

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-262157

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月29日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

H 0 4 N 1/60,  
1/46

識別記号

F I

H 0 4 N 1/40  
1/46

D  
Z

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願平9-332717

(22) 出願日 平成9年(1997)12月3日

(31) 優先権主張番号 特願平9-4949

(32) 優先日 平9(1997)1月14日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 池上 博章

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ

ックス株式会社内

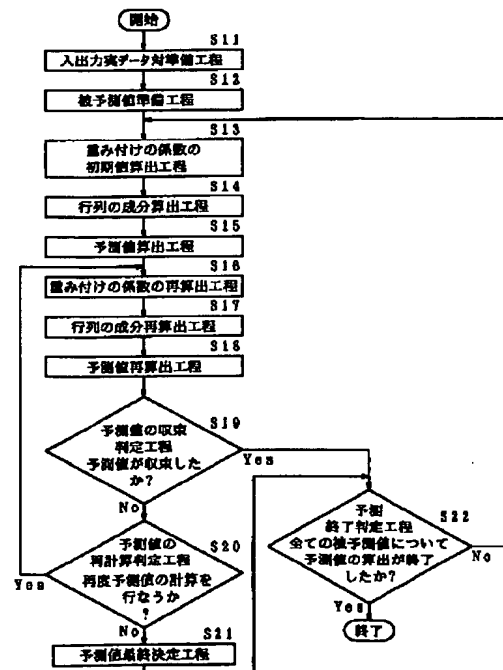
(74) 代理人 弁理士 石井 康夫 (外1名)

(54) 【発明の名称】 色伝達特性予測方法

(57) 【要約】

【課題】 カラー入出力装置の入出力の実データを統計的に処理して色伝達特性の予測、すなわち、任意の入力信号に対する出力信号の予測および任意の出力信号に対する入力信号の予測、または、任意の出力信号と入力信号の一部から入力信号の残りの一部の予測を行なう。

【解決手段】 S11で入出力の実データ対を用意し、S12で被予測値を準備する。これらを用いてS13で重み付けの係数の初期値を計算し、S14、S15で、出力予測値とそれに対応する複数の出力実データとの重み付けの係数で重み付けされたユークリッド距離の2乗和が最小になるように、行列の成分、予測値を算出する。これらを用い、S16で重み付けの係数を再計算し、S17、S18でS14、S15と同様に行列の成分と予測値を求める。S16～S18を繰り返し、重み付けの係数、行列の成分、予測値を決定する。



BEST AVAILABLE COPY

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 カラー画像入力装置またはカラー画像出力装置の複数の入力信号の実データと、それに対応する出力信号の実データのデータ対から、被予測値である任意の入力信号に対応する予測値である出力信号を求める色伝達特性予測方法において、入力信号と出力信号の関係を定数項を含む線形関係となるように行列で結びつけ、複数の入力信号の実データから該行列を用いて求めた出力予測値とそれに対応する複数の出力実データとの信号成分ごとの差分に被予測値依存の重み付けの係数で重み付けした値の2乗和が最小になるように該行列の成分を決定し、被予測値である入力信号から該行列を用いて出力予測値を求めることを特徴とする色伝達特性予測方法。

【請求項2】 前記重み付けの係数は、被予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を各入力信号成分ごとの定数で割ることにより規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数であることを特徴とする請求項1に記載の色伝達特性予測方法。

【請求項3】 前記重み付けの係数は、被予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を各入力信号成分ごとの定数で割ることにより規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数と、あらかじめ各入力信号の実データに対して予測した出力予測値と出力信号の実データとの相互関係から計算するデータ精度関数から構成されることを特徴とする請求項1に記載の色伝達特性予測方法。

【請求項4】 カラー画像入力装置またはカラー画像出力装置の複数の入力信号の実データと、それに対応する出力信号の実データのデータ対から、被予測値である任意の入力信号に対応する予測値である出力信号を求める色伝達特性予測方法において、入力信号と出力信号の関係を定数項を含む線形関係となるよう行列で結びつけ、複数の入力信号の実データから該行列を用いて求めた出力予測値とそれに対応する複数の出力実データとの信号成分ごとの差分に被予測値依存および該行列の成分依存の重み付けの係数で重み付けした値の2乗和が最小になるように、該行列の成分と重み付けの係数と予測値を逐次近似法で決定することを特徴とする色伝達特性予測方法。

【請求項5】 前記重み付けの係数は、被予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を各入力信号成分ごとの定数で割ることにより規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の第1の単調減少関数と、被予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を該行列の成分を用いて感度を加味した出力空間の成分に変換した後に各信号成分ごとの定数で割ることにより規格

化して求める規格化出力信号空間におけるユークリッド距離の第2の単調減少関数から構成されることを特徴とする請求項4に記載の色伝達特性予測方法。

【請求項6】 前記重み付けの係数は、被予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を各入力信号成分ごとの定数で割ることにより規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の第1の単調減少関数と、被予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を該行列の成分を用いて感度を加味した出力空間の成分に変換した後に各信号成分ごとの定数で割ることにより規格化して求める規格化出力信号空間におけるユークリッド距離の第2の単調減少関数と、あらかじめ各入力信号の実データに対して予測した出力予測値と出力信号の実データとの相互関係から計算するデータ精度関数から構成されることを特徴とする請求項4に記載の色伝達特性予測方法。

【請求項7】 カラー画像入力装置またはカラー画像出力装置の複数の入力信号の実データと、それに対応する出力信号の実データのデータ対から、被予測値である任意の出力信号に対応する予測値である入力信号、または、被予測値である任意の出力信号と入力信号の一部に対応する予測値である入力信号の残りの一部を求める色伝達特性予測方法において、入力信号と出力信号の関係を定数項を含む線形関係となるよう行列で結びつけ、複数の入力信号の実データから該行列を用いて求めた出力予測値とそれに対応する複数の出力実データとの信号成分ごとの差分に少なくとも予測値依存の重み付けの係数で重み付けした値の2乗和が最小になるように、該行列の成分と重み付けの係数と予測値を逐次近似法で決定することを特徴とする色伝達特性予測方法。

【請求項8】 前記重み付けの係数は、予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を各入力信号成分ごとの定数で割ることにより規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数であることを特徴とする請求項7に記載の色伝達特性予測方法。

【請求項9】 前記重み付けの係数は、予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を各入力信号成分ごとの定数で割ることにより規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数と、あらかじめ各入力信号の実データに対して予測した出力予測値と出力信号の実データとの相互関係から計算するデータ精度関数から構成されることを特徴とする請求項7に記載の色伝達特性予測方法。

【請求項10】 前記重み付けの係数は、予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を各入力信号成分ごとの定数で割ることにより規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユ

ークリッド距離の第1の単調減少関数と、予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を該行列の成分を用いて感度を加味した出力空間の成分に変換した後に各信号成分ごとの定数で割ることにより規格化して求める規格化出力信号空間におけるユークリッド距離の第2の単調減少関数から構成されることを特徴とする請求項7に記載の色伝達特性予測方法。

【請求項11】 前記重み付けの係数は、予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を各入力信号成分ごとの定数で割ることにより規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の第1の単調減少関数と、予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を該行列の成分を用いて感度を加味した出力空間の成分に変換した後に各信号成分ごとの定数で割ることにより規格化して求める規格化出力信号空間におけるユークリッド距離の第2の単調減少関数と、あらかじめ各入力信号の実データに対して予測した出力予測値と出力信号の実データとの相互関係から計算するデータ精度関数から構成されることを特徴とする請求項7に記載の色伝達特性予測方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カラー原稿を読み取って、画像処理を施し、原稿画像を被記録媒体上に再生するデジタルフルカラー複写機、カラーファクシミリ、カラーシステム等において、希望する色再現を得るために行なう各種画像処理装置の色処理係数を決定する際に用いる、スキャナー、プリンター、ディスプレイ等のカラー画像入出力装置の色伝達特性予測方法に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】例えば、原稿をスキャナーで読み、スキャナーの出力であるRGB色空間の信号から、装置に依存しない色空間の信号に変換する画像処理を行ない、何らかの編集処理をした後、プリンターの入力であるCMYK色空間の信号に変換する画像処理を行ない、プリンターでプリント出力するようなシステムを想定する。この場合、スキャナーの出力である装置に依存したRGB色空間の信号から、装置に依存しない色空間の信号に変換する画像処理を行なうということは、スキャナーの入力の色とスキャナーの出力のRGB色空間の色との関係、すなわち、入力装置の色伝達特性を正確に把握して、その逆の画像処理を施すことになる。同様に、装置に依存しない色空間の信号からプリンターの入力である装置に依存したCMYK色空間の信号に変換する画像処理を行なうことは、プリンターの入力のCMYK色空間における色とプリンターの出力の色との関係、すなわち、出力装置の色伝達特性を正確に把握して、その逆の画像処理を施すことになる。出力装置がディスプレイで

あっても同様のことがいえる。

【0003】実際の画像処理において用いる色処理係数を決める方法は、画像処理方式の相違、希望する色再現をどう設定するか等によって異なってくるが、装置の特性を正確に把握することが基本であり、カラー画像入力装置の任意の入力信号に対する出力信号を予測したり、任意の出力信号に対する入力信号を予測したりできる方法があれば、画像処理の色処理係数を決めることは容易となる。

【0004】カラー入出力装置の色伝達特性予測方法としては、入出力装置の物理的な特性を把握してモデル化した物理モデルを用いて予測するものと、装置の入出力の実データを統計的に処理して予測する方法とがある。

【0005】例えば、特公平5-18305号公報では、入力装置であるカラースキャナーにおいては3×3マトリックスを、出力装置であるプリンターにおいてはノイゲbauer方程式と呼ばれる物理的なモデルを仮定して予測を行ない、マスキングパラメータを収束計算によって求める手法を提案している。しかし、このような物理的なモデルはモデル精度が良くなく、実際の入出力装置の色処理係数を決めても実用に耐えられるものは得られない。また、より予測精度の高い物理的なモデルの開発は困難であるし、モデルの開発ができたとしても装置の種類が異なるとその装置ごとにモデルを考案する必要があるという問題があった。

【0006】これに対して、コンピュータカラーマッチングと一般に呼ばれている方法は、プリンターの入出力間に高次の多項式、または装置の物理特性に対応した関数を仮定し、複数の入力信号の実データとそれに対応する出力信号の実データのデータ対から関数の係数を決定して、その関数を漸近的に解くことにより任意の出力信号に対する入力信号を予測するものである。しかし、実データの取り方と装置に依存した関数の形状の関係から予測精度が左右されたり、計算時間がかかる、高次の多項式の場合は実データの色空間の外を外挿して予測することはできない等の問題があった。

【0007】また、特開平7-87347号公報、および、村井ほか、「フレキシブルGCRによる高精度色変換—ニューラルネットワークによる高精度プリンタモデル」、電子写真学会誌、Vol. 35, No. 2, 1996年, P. 125-129には、複数の入力信号の実データとそれに対応する出力信号の実データのデータ対から、ニューラルネットワークを用いて、任意の入力信号に対する出力信号を予測したり、任意の出力信号に対する入力信号を予測する方法が提案されている。この方法では、学習に時間がかかりすぎるとか、多項式の利用と同じく、実データの色空間の外を外挿して予測する場合には使用できないという問題があった。

【0008】また、特開平2-226870号公報では、複数の入力信号の実データとそれに対応する出力信

号の実データのデータ対から、内挿によってデータ対の数を増やした後、入出力信号が3次元の場合は入出力の局所的な3角錐空間を線形行列で結び付け、任意の出力信号に対する入力信号を予測する方法が提案されている。この方法では、データのスムージング機能が含まれていないので入出力信号の実データがノイズを含む場合に対処できない。また、この方法は入力と出力の次元が同じ次元の場合に使える手法であって、入力がYMCKのような4次元で出力が色を表わす3次元の場合には対処できない。さらに、実データの色空間の外を外挿して予測する場合には使用できないという問題もあった。

【0009】また、米国特許第5471324号明細書には、プリンターの複数の入力信号の実データとそれに対応する出力信号の実データのデータ対から、単純な内挿によってデータ対の数を増やした後、重み付け平均によって出力信号から入力信号を予測することにより、プリンター用の変換ルックアップテーブルの係数を決める方法を提案している。しかしこの方法も、上述の特開平2-226870号公報とほぼ同様の問題があった。

【0010】また、特開平2-289367号公報には、複数の入力信号の実データとそれに対応する出力信号の実データのデータ対から、統計的と類推される手法を用いて色処理の係数を決定する方法が提案されている。しかしその内容は、部分空間に分割する、相関させる、内挿する、等の言葉で記述されているだけで具体性に欠けており、上述の特開平2-226870号公報と同様の問題があるか、あるいは、部分空間に分割するという記述から、スムージング機能が含まれているとしても部分空間の境界での予測値の連続性が確保されないという問題があることが予想される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、カラー入出力装置の入出力の実データを統計的に処理して色伝達特性を予測する方法、すなわち、任意の入力信号に対する出力信号を予測する方法、および、任意の出力信号に対する入力信号を予測する方法、または、任意の出力信号と入力信号の一部から入力信号の残りの一部を予測する方法として、以下のような特徴を持つ方法を、具体的な形で提供することを目的とするものである。

1. 装置の種類（物理的特性）に依存しない方式であること。
2. 入出力の実データがノイズを含んでいることを前提として、スムージング機能を持つ方式であること。
3. 入力信号の次元が4次元の場合でも、3次元の場合と同等に扱えること。
4. 予測精度が高いこと。
5. 予測値の連続性が確保されること。

6. 外挿能力があること。

7. 従来のニューラルネットワークを用いる方法に比較して予測の時間が短いこと。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、カラー画像入力装置またはカラー画像出力装置の入力信号と出力信号の関係を定数項を含む線形関係となるように行列で結び付け、複数の入力信号の実データと、それに対応する出力信号の実データのデータ対から、この行列の成分を決定するものである。このとき、入力信号を被予測値、出力信号を予測値とし、入力信号の実データから行列を用いて求めた出力予測値と、それに対応する複数の出力実データとの信号成分ごとの差分に、被予測値依存の重み付けの係数で重み付けした値の2乗和が最小になるようにすれば、行列の成分を決定することができる。また、重み付けの係数として被予測値依存とともに行列の成分依存の係数を用いる場合には、出力予測値と出力実データとの信号成分ごとの差分に重み付けの係数で重み付けした値の2乗和が最小になるように、行列の成分と重み付けの係数と予測値を逐次近似法で決定すればよい。

【0013】あるいは、出力信号を被予測値、入力信号を予測値とし、または出力信号と一部の入力信号を被予測値、残りの入力信号を予測値とし、入力信号の実データから該行列を用いて求めた出力予測値とそれに対応する複数の出力実データとの信号成分ごとの差分に予測値依存の重み付けの係数で重み付けした値の2乗和が最小になるように、行列の成分と重み付けの係数と予測値を逐次近似法で決定することができる。この場合、重み付けの係数として被予測値依存とともに行列の成分依存の係数を用いてもよい。

【0014】またいずれの場合も、重み付けの係数として、あらかじめ各入力信号の実データに対して予測した出力予測値と出力信号の実データとの相互関係から計算するデータ精度関数を構成要素として用い、精度を向上させてもよい。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の色伝達特性予測方法の第1の実施の形態について、まず概括的な説明を行なう。ここでは、入力信号が3次元または4次元で出力信号が3次元の場合を例に取り、以下に示す(1)式から

(7)式を用いて説明するが、入出力信号の次元数はこれらに限定されるわけではなく、他の次元数でも同様である。(1)式と(6)式は、入力信号が3次元で出力信号が3次元の場合に対応しており、(2)式と(7)式は、入力信号が4次元の場合に対応しており、(3)式は、両方の場合に対応している。

【0016】

【数1】

$$\begin{pmatrix} y'_{1i} \\ y'_{2i} \\ y'_{3i} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} & m_{34} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{1i} \\ x_{2i} \\ x_{3i} \\ 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

但し、 $i = 1 \sim n$

$$\begin{pmatrix} y'_{1i} \\ y'_{2i} \\ y'_{3i} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} & m_{15} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} & m_{25} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} & m_{34} & m_{35} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{1i} \\ x_{2i} \\ x_{3i} \\ x_{4i} \\ 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

但し、 $i = 1 \sim n$

【数2】

$$E_j = \sum_{i=1}^n (W_{ij}^2 ((y'_{1i} - y_{1i})^2 + (y'_{2i} - y_{2i})^2 + (y'_{3i} - y_{3i})^2)) \quad (3)$$

$$= \sum_{i=1}^n (W_{ij}^2 (y'_{1i} - y_{1i})^2) + \sum_{i=1}^n (W_{ij}^2 (y'_{2i} - y_{2i})^2) + \sum_{i=1}^n (W_{ij}^2 (y'_{3i} - y_{3i})^2) \quad (4)$$

$$E'_j = \sum_{i=1}^n (W_{ij}^2 ((k_1(y'_{1i} - y_{1i}))^2 + (k_2(y'_{2i} - y_{2i}))^2 + (k_3(y'_{3i} - y_{3i}))^2)) \quad (5)$$

【数3】

$$\begin{pmatrix} y_{1j} \\ y_{2j} \\ y_{3j} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} & m_{34} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{1j} \\ x_{2j} \\ x_{3j} \\ 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

$$\begin{pmatrix} y_{1j} \\ y_{2j} \\ y_{3j} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} & m_{15} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} & m_{25} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} & m_{34} & m_{35} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{1j} \\ x_{2j} \\ x_{3j} \\ x_{4j} \\ 1 \end{pmatrix} \quad (7)$$

【0017】まず、(1)式と(2)式は、 $n$ 組の入力信号の実データ( $x_{1i}$ ,  $x_{2i}$ ,  $x_{3i}$ )または( $x_{1i}$ ,  $x_{2i}$ ,  $x_{3i}$ ,  $x_{4i}$ ),  $i = 1 \sim n$ と、その予測値( $y'_{1i}$ ,  $y'_{2i}$ ,  $y'_{3i}$ ),  $i = 1 \sim n$ とを、定数項を含む線形の関係になるように行列で結び付けることを示しており、 $m_{11}$ ,  $m_{12}$ ,  $\dots$ が行列の各成分となっている。

【0018】次の(3)式は、複数の入力信号の実データから(1)式または(2)式に示す行列を用いて求めた出力予測値と、その入力信号の実データに対応する複数の出力実データとの重み付けされたユークリッド距離の2乗和 $E_j$ を示している。ここで、( $y'_{1i}$ ,  $y'_{2i}$ ,  $y'_{3i}$ ),  $i = 1 \sim n$ は、(1)式または(2)式で示した $n$ 組の入力信号の実データ( $x_{1i}$ ,  $x$

$z_i, x_{3i})$  または  $(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}, x_{4i})$ ,  $i = 1 \sim n$  から行列を用いて求めた出力予測値であり、

$(y_{1i}, y_{2i}, y_{3i})$ ,  $i = 1 \sim n$  は、 $(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i})$  または  $(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}, x_{4i})$ ,  $i = 1 \sim n$  に対応する  $n$  組の出力信号の実データであり、 $W_{ij}$ ,  $i = 1 \sim n$  は、それら入力信号の実データから (1) 式または (2) 式に示す行列を用いて求めた出力予測値と出力信号の実データ間のユークリッド距離に対する重み付けの係数である。

【0019】(6) 式は、入力信号が3次元で出力信号が3次元の場合の、任意の被予測値から予測値を求める方法を示しており、 $m_{11}, m_{12}, \dots$  は (1) 式と同じ行列の各成分である。被予測値が入力信号  $(x_{1j}, x_{2j}, x_{3j})$  である場合は、(6) 式に代入することにより、容易に予測値である出力信号  $(y_{1j}, y_{2j}, y_{3j})$  を求めることができる。被予測値が出力信号  $(y_{1j}, y_{2j}, y_{3j})$  である場合は、同様に (6) 式を逆に解くことにより、予測値である入力信号  $(x_{1j}, x_{2j}, x_{3j})$  を求めることができる。

【0020】(7) 式は、入力信号が4次元で出力信号が3次元の場合の予測値を求める方法を示しており、 $m_{11}, m_{12}, \dots$  は (2) 式と同じ行列の各成分である。被予測値が入力信号  $(x_{1j}, x_{2j}, x_{3j}, x_{4j})$  である場合は、(7) 式に代入することにより、容易に予測値である出力信号  $(y_{1j}, y_{2j}, y_{3j})$  を求めることができる。被予測値が出力信号  $(y_{1j}, y_{2j}, y_{3j})$  である場合は、(7) 式を逆に解くことはできないので、入力信号の一部、例えば  $(x_{4j})$  を被予測値として指定し、(7) 式を逆に解いて、残りの予測値である入力信号である入力信号、例えば  $(x_{1j}, x_{2j}, x_{3j})$  を求めることができる。

【0021】このように、入力信号の次元が4次元の場合でも、3次元の場合と同等に扱うことができる。もちろん、次元数にかかわらず予測を行なうことができ、その応用範囲は広い。また、入出力の関係を比較的単純な線形関係で結びつけているために外挿能力が強く、入出力の実データ対が入出力色空間の全域をカバーしていなくても入出力色空間の全域において使用可能であり、入出力色空間の色域外の特性予測にも使用することができる。

【0022】最小2乗法と呼ばれる公知の方法を用いることによって、重み付けの係数  $W_{ij}$ ,  $i = 1 \sim n$  が定まっている場合に  $E_j$  を最小とするような条件で行列の各成分  $m_{11}, m_{12}, \dots$  を求めることができる。ただ

し、前記の重み付けの係数  $W_{ij}$ ,  $i = 1 \sim n$  が行列の成分または予測値である入力値に依存する場合は一意的に決められるものではないので、(3) 式の  $E_j$  を最小とするという条件の下で、重み付けの係数  $W_{ij}$ ,  $i = 1 \sim n$  と行列の成分  $m_{11}, m_{12}, \dots$  と予測値の最適値を逐次近似の手法を用いて決定する。

【0023】なお、 $E_j$  を最小とするということは、(3) 式を変形した (4) 式からわかるように、出力信号空間の各信号成分について正の成分の和に分解できるので、各々の信号成分に分解した量を独立で最小とするということと等価である。次の (5) 式は、複数の入力信号の実データから行列を用いて求めた出力予測値とそれに対応する複数の出力実データの差を信号成分ごとに定数倍した値に対して重み付けされた距離の2乗和  $E_j'$  を示している。本発明の方法は、(5) 式に示したような  $E_j'$  を最小にする場合にも、全く同様に適用可能である。

【0024】また、重み付けの係数  $W_{ij}$  は、被予測値または予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数  $F_{ij}$  と、被予測値または予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を該行列の成分を用いて感度を加味した出力空間の成分に変換した後に規格化して求める規格化出力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数  $G_{ij}$  から構成している。このように重み付けの係数  $W_{ij}$  をユークリッド距離の単調減少関数によって構成することによって、距離の差が大きい実データについては重みを小さくして影響を少なくし、距離の差が小さい実データについては重みを大きくして重要なデータとして扱うことができる。また、これらの関数形状が単調減少関数であるので、原理的に予測値の連続性が確保され、局所間の不連続性を気にしないでカラー画像入出力装置の色処理の係数を定めることができる。

【0025】これを、入力信号が3次元または4次元で出力信号が3次元の場合を例にとり、以下に示す (8) 式から (12) 式を用いて説明する。(8) 式と (10) 式は、入力信号が3次元の場合に対応しており、(9) 式と (11) 式は、入力信号が4次元で出力信号が3次元の場合に対応しており、(12) 式は、両方の場合に対応している。

【0026】

【数4】

$$W_{1ij} = F_{ij}(((x_{1i} - x_{1j})/x_{10})^2 + ((x_{2i} - x_{2j})/x_{20})^2 + ((x_{3i} - x_{3j})/x_{30})^2) \quad (8)$$

$$W_{1ij} = F_{ij}(((x_{1i} - x_{1j})/x_{10})^2 + ((x_{2i} - x_{2j})/x_{20})^2 + ((x_{3i} - x_{3j})/x_{30})^2 + ((x_{4i} - x_{4j})/x_{40})^2) \quad (9)$$

$$\begin{aligned} W_{2ij} = & G_{ij}(((m_{11}(x_{1i} - x_{1j}))^2 + (m_{12}(x_{2i} - x_{2j}))^2 \\ & + (m_{13}(x_{3i} - x_{3j}))^2)/(y_{10})^2 \\ & + ((m_{21}(x_{1i} - x_{1j}))^2 + (m_{22}(x_{2i} - x_{2j}))^2 \\ & + (m_{23}(x_{3i} - x_{3j}))^2)/(y_{20})^2 \\ & + ((m_{31}(x_{1i} - x_{1j}))^2 + (m_{32}(x_{2i} - x_{2j}))^2 \\ & + (m_{33}(x_{3i} - x_{3j}))^2)/(y_{30})^2) \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} W_{2ij} = & G_{ij}(((m_{11}(x_{1i} - x_{1j}))^2 + (m_{12}(x_{2i} - x_{2j}))^2 \\ & + (m_{13}(x_{3i} - x_{3j}))^2 + (m_{14}(x_{4i} - x_{4j}))^2)/(y_{10})^2 \\ & + ((m_{21}(x_{1i} - x_{1j}))^2 + (m_{22}(x_{2i} - x_{2j}))^2 \\ & + (m_{23}(x_{3i} - x_{3j}))^2 + (m_{24}(x_{4i} - x_{4j}))^2)/(y_{20})^2 \\ & + ((m_{31}(x_{1i} - x_{1j}))^2 + (m_{32}(x_{2i} - x_{2j}))^2 \\ & + (m_{33}(x_{3i} - x_{3j}))^2 + (m_{34}(x_{4i} - x_{4j}))^2)/(y_{30})^2) \end{aligned} \quad (11)$$

$$W_{12ij} = H(W_{1ij}, W_{2ij}) \quad (12)$$

【0027】まず、(8)式と(9)式は、重み付けの係数の要素である、被予測値または予測値の入力信号と実データとの信号成分ごとの差を規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数を示している。ここで、

( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ )または、( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ ,  $x_{4j}$ )が被予測値または予測値の入力信号、( $x_{1i}$ ,  $x_{2i}$ ,  $x_{3i}$ )または( $x_{1i}$ ,  $x_{2i}$ ,  $x_{3i}$ ,  $x_{4i}$ )が入力信号の実データ、( $x_{10}$ ,  $x_{20}$ ,  $x_{30}$ )または( $x_{10}$ ,  $x_{20}$ ,  $x_{30}$ ,  $x_{40}$ )が入力信号空間の規格化の定数、 $F_{ij}$ が単調減少関数である。例えば(8)式では、被予測値または予測値の入力信号( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ )と入力信号の実データ( $x_{1i}$ ,  $x_{2i}$ ,  $x_{3i}$ )との信号成分ごとの差( $x_{1i} - x_{1j}$ ), ( $x_{2i} - x_{2j}$ ), ( $x_{3i} - x_{3j}$ )を求め、これを規格化の定数( $x_{10}$ ,  $x_{20}$ ,  $x_{30}$ )で規格化し、( $x_{1i} - x_{1j}$ )/ $x_{10}$ , ( $x_{2i} - x_{2j}$ )/ $x_{20}$ , ( $x_{3i} - x_{3j}$ )/ $x_{30}$ とする。これらの2乗和を

単調減少関数 $F_{ij}$ のパラメータとしている。

【0028】次に、(10)式と(11)式は、被予測値または予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を該行列の成分を用いて感度を加味した出力空間の成分に変換した後に規格化して求める規格化出力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数を示している。ここで、( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ )または( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ ,  $x_{4j}$ )が被予測値または予測値の入力信号、( $x_{1i}$ ,  $x_{2i}$ ,  $x_{3i}$ )または( $x_{1i}$ ,  $x_{2i}$ ,  $x_{3i}$ ,  $x_{4i}$ )が入力信号の実データ、 $m_{11}$ ,  $m_{12}$ , ...が前述の行列の成分、( $y_{10}$ ,  $y_{20}$ ,  $y_{30}$ )が出力信号空間の規格化の定数、 $G_{ij}$ が単調減少関数である。ここで、感度を加味した出力空間の成分に変換するとは、被予測値または予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差と行列の成分を掛けて信号成分ごとに2乗した後に和をとることを意味しており、2乗せずに和をとって通常の出力空間のユークリッド距離に変

換する方法に比べて差が大きくなっている。2乗せずに和をとる場合には、各項の符号によっては絶対値が大きくなって和は小さくなってしまうことがある。(10)式および(11)式のように2乗することによって各項の絶対値を感度として加味することができる。

【0029】例えば(10)式は、被予測値または予測値の入力信号( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ )と入力信号の実データ( $x_{1i}$ ,  $x_{2i}$ ,  $x_{3i}$ )との信号成分ごとの差( $x_{1i} - x_{1j}$ ), ( $x_{2i} - x_{2j}$ ), ( $x_{3i} - x_{3j}$ )を求める。これに行列を掛けることにより出力空間の成分に変換できるが、ここでは上述のように行列の成分を掛けて2乗した後、和をとる。すなわち、 $(m_{11}(x_{1i} - x_{1j}))^2 + (m_{12}(x_{2i} - x_{2j}))^2 + (m_{13}(x_{3i} - x_{3j}))^2$ ,  $(m_{21}(x_{1i} - x_{1j}))^2 + (m_{22}(x_{2i} - x_{2j}))^2 + (m_{23}(x_{3i} - x_{3j}))^2$ ,  $(m_{31}(x_{1i} - x_{1j}))^2 + (m_{32}(x_{2i} - x_{2j}))^2 + (m_{33}(x_{3i} - x_{3j}))^2$ を求める。これらを規格化の定数( $y_{10}$ ,  $y_{20}$ ,  $y_{30}$ )を用いてそれぞれ $(y_{10})^2$ ,  $(x_{20})^2$ ,  $(x_{30})^2$ で除算して規格化し、加算して単調減少関数 $G_{ij}$ のパラメータとしている。

【0030】次に、(12)式は、上述の2つの単調減少関数を合成して重み付けの係数を作成することを示している。ここで、合成する方法は、その要素である2つの関数が各々のユークリッド距離の単調減少関数であるという特徴をくずさないように合成する必要がある、たとえば、和とか積のような演算を用いることができる。

【0031】このようにして(12)式で求められた $W_{12ij}$ が(3)式の重み付けの係数 $W_{ij}$ である。この重み付けの係数 $W_{ij}$ を用いて最小2乗法によって(3)式に示す $E_j$ を最小とする行列の成分 $m_{11}$ ,  $m_{12}$ , ...を求める。そして、求めた行列の成分 $m_{11}$ ,  $m_{12}$ , ...からなる行列を用いて予測値を計算する。さらに必要に応じて、この計算された予測値を用いて再び重み付けの係数を計算し、 $E_j$ を最小とする行列の成分 $m_{11}$ ,  $m_{12}$ , ...を求め、これを用いて予測値を再計算する。このような処理を繰り返すことによって予測値は収束し、所望の予測値を得ることができる。

【0032】図1は、本発明の色伝達特性予測方法の第1の実施の形態における動作の一例を示すフローチャートである。最初に、S11の入出力実データ対準備工程で、実際に特性を予測したい入出力装置の複数組の実データ対、つまり、前述の(1)～(3)式で述べた $n$ 組の入力信号の実データ( $x_{1i}$ ,  $x_{2i}$ ,  $x_{3i}$ ),  $i = 1 \sim n$ と、それに対応する $n$ 組の出力信号の実データ( $y_{1i}$ ,  $y_{2i}$ ,  $y_{3i}$ ),  $i = 1 \sim n$ を用意する。その具

体例としては、カラスキャナの場合は、あらかじめ色を測定してある種々のカラーパッチを読み込ませて出力のRGB値を計測し、入力の色度座標、例えば、 $L^* a^* b^*$ と、出力のRGB値との実データ対を用意することに相当する。またディスプレイの場合は、入力 RGB 値の種々の組合せでカラーパッチを表示させ、その色を測定することにより、入力 RGB 値と、出力の色座標、例えば、 $L^* a^* b^*$ との実データ対を用意することに相当する。さらに4色カラープリンタの場合は、入力 YMC K % の種々の組合せでカラーパッチを出力し、その色を測定することにより、入力 YMC K % と、出力の色度座標、例えば、 $L^* a^* b^*$ との実データ対を用意することに相当する。

【0033】次に、S12の被予測値準備工程で、前述の(6)式および(7)式で述べた被予測値、つまり、被予測値が入力信号の場合は( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ )または、( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ ,  $x_{4j}$ )を、また、被予測値が出力信号の場合は、( $y_{1j}$ ,  $y_{2j}$ ,  $y_{3j}$ )、または、( $y_{1j}$ ,  $y_{2j}$ ,  $y_{3j}$ )と( $x_{4j}$ )を、必要な数だけ用意する。

【0034】次に、S13の重み付けの係数の初期値算出工程で、(3)式で示した $n$ 組の重み付けの係数 $W_{ij}$ の初期値を算出する。初期値は、逐次近似法で最終的に決定する値にできるだけ近い値にすることが、収束を早めるために重要である。例えば、被予測値が入力信号の場合は、(8)式と(9)式に示した被予測値入力信号と入力信号の実データの信号成分ごとの差を規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $F_{ij}$ の重み $W_{1ij}$ を用いる。この段階では行列の成分が決定されていないので、(10)式、(11)式に示した単調減少関数 $G_{ij}$ は用いず、重み $W_{1ij}$ のみで初期値とする。

【0035】被予測値が出力信号の場合は、出力空間で代用する。入力が3次元の場合は、以下に示す(13)式に示した被予測値出力信号の実データとの信号成分ごとの差を規格化した出力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $G_{ij}$ の重み $W_{2ij}'$ を用いる。また、入力が4次元の場合は、(13)式に示した重み $W_{2ij}'$ と、(14)式に示した入力空間の1つの差分成分だけを規格化した入力信号空間における距離の単調減少関数 $G_{ij}$ による重み $W_{12ij}'$ とを、(15)式で示す関数 $H$ で合成した重み $W_{12ij}'$ を使えばよい。

【0036】

【数5】



$$W'_{2ij} = G_{ij}(((y_{1i} - y_{1j})/y_{10})^2 + ((y_{2i} - y_{2j})/y_{20})^2 + ((y_{3i} - y_{3j})/y_{30})^2) \quad (13)$$

$$W'_{1ij} = F_{ij}(((x_{4i} - x_{4j})/x_{40})^2) \quad (14)$$

$$W'_{12ij} = H(W'_{1ij}, W'_{2ij}) \quad (15)$$

【0037】次に、S14の行列の成分算出工程で、(3)式で示した複数の入力信号の実データから行列を用いて求めた出力予測値とそれに対応する複数の出力実データの重み付けされたユークリッド距離の2乗和 $E_j$ を最小にするという条件のもとに、最小2乗法を用いて、行列の各成分 $m_{11}$ ,  $m_{12}$ , ...をひとまず算出する。ここで用いる重み付けの係数 $W_{1ij}$ は、S13の重み付けの係数の初期値算出工程で決めた重みである。

【0038】次に、S15の予測値算出工程で、(6)式または(7)式を用いて、被予測値から予測値をひとまず算出する。被予測値が入力信号( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ )または、( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ ,  $x_{4j}$ )の場合は( $y_{1j}$ ,  $y_{2j}$ ,  $y_{3j}$ )を、被予測値が出力信号( $y_{1j}$ ,  $y_{2j}$ ,  $y_{3j}$ )または( $y_{1j}$ ,  $y_{2j}$ ,  $y_{3j}$ )と( $x_{4j}$ )の場合は( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ )を、S14の行列の成分算出工程で求めた行列の各成分 $m_{11}$ ,  $m_{12}$ , ...を使って求める。

【0039】次に、S16の重み付けの係数の再算出工程で、(8)式または(9)式の、被予測値または予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $F_{ij}$ の重み $W_{1ij}$ と、(10)式または(11)式の、被予測値または予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を行列の成分を用いて感度を加味した出力空間の成分に変換した後に規格化して求める規格化出力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $G_{ij}$ の重み $W_{2ij}$ を、(12)式の合成関数 $H$ で合成し、 $n$ 組の素データ対に対して重み $W_{12ij}$ を再度計算する。

【0040】次に、S17の行列の成分算出工程で、(3)式で示した複数の入力信号の実データから行列を用いて求めた出力予測値とそれに対応する複数の出力実データの重み付けされたユークリッド距離の2乗和 $E_j$ を最小にするという条件のもとに、最小2乗法を用いて、行列の各成分 $m_{11}$ ,  $m_{12}$ , ...を再度算出する。

【0041】次に、S18の予測値再算出工程で、(6)式または(7)式を用いて、被予測値から予測値を再度算出する。被予測値が入力信号( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ )または( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ ,  $x_{4j}$ )の場合は

( $y_{1j}$ ,  $y_{2j}$ ,  $y_{3j}$ )を、被予測値が出力信号( $y_{1j}$ ,  $y_{2j}$ ,  $y_{3j}$ )または( $y_{1j}$ ,  $y_{2j}$ ,  $y_{3j}$ )と( $x_{4j}$ )の場合は( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ )を、S17の行列の成分再算出工程で求めた行列の各成分 $m_{11}$ ,  $m_{12}$ , ...を使って求める。

【0042】次に、S19の予測値の収束判定工程で、S18の予測値再算出工程で求めた予測値と、S15の予測値算出工程または1回前のS18の予測値再算出工程で求めた予測値とを比較して、予測値が収束したか否かを判定する。判定の方法としては、例えば、今回の予測値と先の予測値との間の差分を成分ごとに求め、その絶対値があらかじめ設定しておいた成分ごとの閾値より小さいときは収束していると判定することができる。あるいは、今回の予測値と先の予測値との間のユークリッド距離が、あらかじめ設定しておいた閾値より小さいときは収束していると判定することもできる。ここで、収束していると判定したならば、S18の予測値再算出工程で今回求めた予測値を最終的な予測値として、S22の予測終了判定工程に進み、収束していないと判定したならば、S20の予測値の再計算判定工程に進む。

【0043】S20の予測値の再計算判定工程は、予測値の収束方向と収束計算の回数を調べ、さらに収束計算を行なわせるか否かを判断する工程である。この工程により、予測値がある極値の周辺で発散してしまったり収束しない場合に、無限回の計算ループに陥らないようにしている。例えば、この工程が1回目の場合は、無条件で予測値の再計算を行なうと判定し、2回目以降は、予測値と1回前の予測値との関係および1回前の予測値と2回前の予測値の関係を成分ごとに調べ、同じ方向にシフトしているときは予測値の再計算を行なうと判定する。異なる方向にシフトしているときはその回数をカウントしていき、カウント値があらかじめ設定しておいた閾値以下の場合は再計算を行なうと判定し、閾値を越えたときは、発散してしまったり収束しないので再計算を行なわないと判定すればよい。ここで、予測値の再計算を行なうと判定したならば、S16の重み付けの係数の再算出工程へ進んで収束計算を繰り返し、再計算を行なわないと判定したならば、S21の予測値最終決定工程に進む。

【0044】S21の予測値最終決定工程は、予測値が

ある極値の周辺で発散してしまつて収束しない場合に、最もそれらしい値を最終的な予測値として決定する工程である。再計算を行なつた予測値を記憶しておき、例えば、発散を始めてからの全予測値の平均をとったり、あるいは、予測値と1回目の予測値との差分が最も小さい予測値を選択するなど、最もそれらしい値を最終的な予測値として決定する。

【0045】次のS22の予測終了判定工程は、全ての被予測値について予測値が算出が終了したか否かを判定する工程で、未終了の場合は、S13の重み付けの係数の初期値算出工程に戻って、次の被予測値について予測を繰り返す、終了の場合は、カラー画像入出力装置の色伝達特性予測処理は全て終了する。

【0046】次に、本発明の色伝達特性予測方法の第2の実施の形態について説明する。この第2の実施の形態では、(3)式の重み付けの係数 $W_{ij}$ として、上述の第1の実施の形態で用いた、被予測値または予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を規格化した入力空間差分成分から求めた規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $F_{ij}$ と、被予測値または予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を該行列の成分を用いて感度を加味した出力空間の成分に変換した後に規格化した求めた規格

化出力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $G_{ij}$ のほかに、データ精度関数 $J_i$ を用いる例を示す。このデータ精度関数 $J_i$ は、入力信号の実データに対して上記2種類の重み $W_{1ij}$ と $W_{2ij}$ を使用して予測された出力予測値と出力信号の実データとの相互関係から計算される関数であり、ノイズを含む各実データ対の確からしさを表わすものである。

【0047】ここで、被予測値または予測値の入力信号の実データとの信号成分ごとの差を規格化した入力空間差分成分から求めた規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $F_{ij}$ と、被予測値または予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を該行列の成分を用いて感度を加味した出力空間の成分に変換した後に規格化した求めた規格化出力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $G_{ij}$ とは、上述の第1の実施の形態で示したものと同じであるので、入力信号の実データに対してこれらの2種類の重みを使用して予測された出力予測値と出力信号の実データとの相互関係から計算されるデータ精度関数 $J_i$ について、出力信号が3次元の場合を例にとり、以下に示す(16)式から(23)式を用いて説明する。

【0048】

【数6】

$$\Delta y_{i1} = y'_{i1} - y_{i1} \quad (16)$$

$$\Delta y_{i2} = y'_{i2} - y_{i2} \quad (17)$$

$$\Delta y_{i3} = y'_{i3} - y_{i3} \quad (18)$$

$$\Delta y_{is1} = \left( \sum_{k=1}^n (V_k (y'_{1k} - y_{1k})) \right) / \left( \sum_{k=1}^n (V_k) \right) \quad (19)$$

但し、 $k$ は $i$ 以外

$$\Delta y_{is2} = \left( \sum_{k=1}^n (V_k (y'_{2k} - y_{2k})) \right) / \left( \sum_{k=1}^n (V_k) \right) \quad (20)$$

但し、 $k$ は $i$ 以外

$$\Delta y_{is3} = \left( \sum_{k=1}^n (V_k (y'_{3k} - y_{3k})) \right) / \left( \sum_{k=1}^n (V_k) \right) \quad (21)$$

但し、 $k$ は $i$ 以外

$$W_{3i} = J_i(I_{i1}(\Delta y_{i1}, \Delta y_{is1}), I_{i2}(\Delta y_{i2}, \Delta y_{is2}), I_{i3}(\Delta y_{i3}, \Delta y_{is3})) \quad (22)$$

$$W_{123ij} = H(W_{1ij}, W_{2ij}, W_{3i}) \quad (23)$$

【0049】(16)式から(18)式は、 $i$ 番目の実データ対における出力予測値( $y'_{i1}$ ,  $y'_{i2}$ ,  $y'_{i3}$ )と出力実データ( $y_{i1}$ ,  $y_{i2}$ ,  $y_{i3}$ )の差分要素を示しており、(19)式から(21)式は、 $i$ 番目の実データ対を除く実データ対における出力予測値と出力実データの差分要素を重み係数 $V_k$ で重み付け平均したものを示している。ここでの重みは、例えば、 $i$ 番目の実データの入力信号と $i$ 番目以外の実データの入力信号の信号成分ごとの差を規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数とすればよい。

【0050】次の(22)式は、(16)から(21)式までの差分要素を、差分要素ごとに対応させて求めるデータ精度関数を示している。ここに示したデータ精度関数 $J_i$ は、 $i$ 番目の実データ対に関する出力予測値と出力実データとの差分方向とその差の大きさ $\Delta y_{i1}$ ,  $\Delta y_{i2}$ ,  $\Delta y_{i3}$ 、 $i$ 番目の実データ対を除く実データ対の実データ対に関する出力予測値と出力実データとの重み付け平均の差分方向とその差の大きさ $\Delta y_{is1}$ ,  $\Delta y_{is2}$ ,  $\Delta y_{is3}$ から、両者が同じ方向なら差の大きさが大きくなるほど大きな値を、異なる方向ならば差の大き

さが大きくなるほど小さな値をとるようにした、実データ対の確からしさを示す関数 $I_{i1}$ ,  $I_{i2}$ ,  $I_{i3}$ を用いていることが特徴である。

【0051】次の(23)式は、2つの単調減少関数 $F_{ij}$ および $G_{ij}$ を用いた重み $W_{1ij}$ ,  $W_{2ij}$ とデータ精度関数 $J_i$ を用いた重み $W_{3i}$ とを合成関数 $H$ で合成して重み付けの係数 $W_{123ij}$ を作成することを示している。ここで、合成する方法は、その要素である2つの単調減少関数が各々のユークリッド距離の単調減少関数であるという特徴をくずさないような合成方法、および、データ精度関数が実データ対の確からしさを示すという特徴をくずさないような合成方法を用いる必要がある、例えば、和とか積のような合成方法を用いることができる。

【0052】図2は、本発明の色伝達特性予測方法の第2の実施の形態における動作の一例を示すフローチャート、図3は、データ精度関数準備工程の詳細を示すフローチャートである。ここでは、データ精度関数を選択的に使用できるようにした例を示しており、データ精度関数を用いないことを選択した場合には、上述の第1の実施の形態と同じである。S11の入出力実データ対準備工程は、データ精度関数による重みを使用しない場合と

まったく同様なので、説明は省略する。次にS23のデータ精度関数重み利用判定工程で、データ精度関数を用いた重み付けの係数を利用するか否かを判定する。利用しない場合にはS12へ進み、上述の第1の実施の形態で説明した処理を行なう。データ精度関数を用いた重み付けの係数を利用する場合には、S24のデータ精度関数重み準備工程へと進む。

【0053】S24のデータ精度関数重み準備工程は図3に示されている。以下、図3を用いて説明する。S31の被予測値設定工程で、図2のS11の入出力実データ対準備工程で準備した全ての入力実データを被予測値として設定し、S32以下で入力実データに対する出力値を予測する準備をする。

【0054】次に、S32の重み付けの係数の初期値決定工程で、(3)式で述べたn組の重み付けの係数 $W_{ij}$ の初期値を算出する。初期値は、(8)式に示した被予測値入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $F_{ij}$ の重み $W_{1ij}$ を用いればよい。

【0055】次に、S33の行列の成分算出工程で、(3)式で示した複数の入力信号の実データから行列を用いて求めた出力予測値とそれに対応する複数の出力実データの重み付けされたユークリッド距離の2乗和 $E_j$ を最小にするという条件のもとに、最小2乗法を用いて、行列の各成分 $m_{11}$ 、 $m_{12}$ 、 $\dots$ をひとまず算出する。ここでの重み付けの係数 $W_{ij}$ は、S32の重み付けの係数の初期値算出工程で決めた重み付けの係数 $W_{ij}$ である。

【0056】次に、S34の予測値算出工程で、(6)式を用いて、被予測値から予測値をひとまず算出する。被予測値が入力信号 $(x_{1j}, x_{2j}, x_{3j})$ であるので、 $(y_{1j}, y_{2j}, y_{3j})$ を、S33の行列の成分算出工程で求めた行列の各成分 $m_{11}$ 、 $m_{12}$ 、 $\dots$ を使って求める。

【0057】次に、S35の重み付けの係数の再算出工程で、(8)式に示す被予測値または予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $F_{ij}$ の重み $W_{1ij}$ と、(10)式に示す被予測値または予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を該行列の成分を用いて感度を加味した出力空間の成分に変換した後に規格化して求める規格化出力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $G_{ij}$ の重み $W_{2ij}$ とを、(12)式に示す合成関数Hで合成した重み $W_{12ij}$ を、n組の素データ対に対して再度計算する。

【0058】次に、S36の行列の成分再算出工程で、(3)式で示した複数の入力信号の実データから行列を用いて求めた出力予測値とそれに対応する複数の出力実

データの重み付けされたユークリッド距離の2乗和 $E_j$ を最小にするという条件のもとに、最小2乗法を用いて、行列の各成分 $m_{11}$ 、 $m_{12}$ 、 $\dots$ を再度算出する。

【0059】次に、S37の予測値再算出工程で、(6)式を用いて被予測値から予測値を再度算出する。被予測値が入力信号 $(x_{1j}, x_{2j}, x_{3j})$ であるので、 $(y_{1j}, y_{2j}, y_{3j})$ を、S36の行列の成分算出工程で求めた行列の各成分 $m_{11}$ 、 $m_{12}$ 、 $\dots$ を使って求める。

【0060】次に、S38の予測値の収束判定工程で、S37の予測値再度算出工程で求めた予測値と、S34の予測値算出工程または1回前のS37の予測値再算出工程で求めた予測値とを比較して、予測値が収束したか否かを判定する。判定の方法としては、例えば、今回の予測値と前回の予測値との間の差分を成分ごとに求め、その絶対値があらかじめ設定しておいた成分ごとの閾値より小さいときは収束していると判定することができる。あるいは、今回の予測値と前回の予測値との間のユークリッド距離が、あらかじめ設定しておいた閾値より小さいときは収束していると判定することもできる。ここで、収束していると判定したならば、S37の予測値再算出工程で求めた予測値を最終的な予測値として、S41の予測終了判定工程に進み、収束していないと判定したならば、S39の予測値の再計算判定工程に進む。

【0061】S39の予測値の再計算判定工程は、予測値の収束方向と収束計算の回数を調べ、更に収束計算を行なわせるか否かを判定する工程である。この処理によって予測値がある極値の周辺で発散してしまったり収束しない場合に、無限回の計算ループに陥らないようにしている。例えば、この工程が1回目の場合は、無条件で予測値の再計算を行なうと判定し、2回目以降は、今回の予測値と前回の予測値との関係および前回の予測値と前々回の予測値の関係を成分ごとに調べ、同じ方向にシフトしているときは予測値の再計算を行なうと判定する。異なる方向にシフトしているときはその回数をカウントしていき、カウント値があらかじめ設定しておいた閾値以下の場合は再計算を行なうと判定し、閾値を越えたときは、発散してしまったり収束しないので再計算を行なわないと判定すればよい。ここで、予測値の再計算を行なうと判定したならば、S35の重み係数の再算出工程へ進んで収束計算を繰り返す、再計算を行なわないと判定したならば、S40の予測値最終決定工程に進む。

【0062】S40の予測値最終決定工程は、予測値がある極値の周辺で発散してしまったり収束しない場合に、最もそれらしい値を最終的な予測値として決定する工程である。再計算を行なった予測値を記憶しておき、例えば、始めてからの全予測値の平均をとったり、今回の予測値との差分が最も小さい予測値を選択するなどにより、最もそれらしい値を最終的な予測値として決定する。

【0063】次のS41の予測終了判定工程は、全ての被予測値について予測値の算出が終了したか否かを判定する工程で、未終了の場合は、S32の重み係数の初期値算出工程に戻って次の被予測値について予測を繰り返す、終了の場合は、S42のデータ精度関数重み算出工程に進む。

【0064】次のS42のデータ精度関数重み算出工程は、(16)式から(22)式に示したデータ精度関数 $J_i$ にしたがって、データ精度関数重み $W_{3i}$ を算出する。データ精度関数は、対象実データ対に関する出力予測値と出力実データとの差分方向とその差の大きさ、対象実データ対を除く実データ対の実データ対に関する出力予測値と出力実データとの重み付け平均の差分方向とその差の大きさから、両者が同じ方向なら差の大きさが大きくなるほど大きな値を、異なる方向ならば差の大きさが大きくなるほど小さな値をとるようにした、実データ対の確からしさを示す関数である。

【0065】次のS43のデータ精度関数重み算出終了判定工程は、全ての入出力実データ対についてデータ精度関数による重み算出が終了したか否かを判定する工程で、未終了の場合は、S42のデータ精度関数重み算出工程に戻って、次の入出力実データ対についてデータ精度関数による重み算出を繰り返す。終了の場合は、図2のS12の被予測値準備工程に進む。

【0066】図2のS12からS22までの予測工程

$$W'_{13ij} = H(W_{1ij}, W_{3i}) \quad (24)$$

$$W'_{23ij} = H(W'_{2ij}, W_{3i}) \quad (25)$$

$$W'_{123ij} = H(W'_{1ij}, W'_{2ij}, W_{3i}) \quad (26)$$

【0068】S16の重み付けの係数の再算出工程で、(8)式または(9)式に示す被予測値または予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $F_{ij}$ による重み $W_{1ij}$ と、(10)式または(11)式に示す被予測値または予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を該行列の成分を用いて感度を加味した出力空間の成分に変換した後に規格化して求める規格化出力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $G_{ij}$ による重み $W_{2ij}$ と、(22)式に示したデータ精度関数 $J_i$ による重み $W_{3i}$ を、(23)式の合成関数 $H$ で合成し、 $n$ 組の実データ対に対して重み $W_{123ij}$ を再度計算する。

【0069】以上のS13とS16以外は、データ精度関数重みを使う場合も、使わない場合も全く同様であり、S12からS22までの予測工程を経ることによ

は、データ精度関数重みを使う場合も、使わない場合もほぼ同様であるので、異なる部分のみ説明を加える。S13の重み付けの係数の初期値算出工程で、(3)式で示した $n$ 組の重み係数 $W_{ij}$ の初期値を算出する。この場合の初期値は、例えば、被予測値が入力信号の場合は、(8)式または(9)式に示した被予測値入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $F_{ij}$ の重み $W_{1ij}$ と、データ精度関数重み $W_{3i}$ を以下に示す(24)式で合成したものを用いる。被予測値が出力信号の場合は、入力が3次元の場合は、(13)式に示した被予測値出力信号と出力信号の実データとの信号成分ごとの差を規格化した出力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $G_{ij}$ の重み $W_{2ij}'$ と、データ精度関数重み $W_{3i}$ とを以下に示す(25)式で合成したものを用いる。入力が4次元の場合は、(13)式の重み $W_{2ij}'$ と、(14)式に示した入力空間の1つの差分成分だけを規格化した入力信号空間における距離の単調減少関数 $F_{ij}$ による重み $W_{1ij}'$ と、データ精度関数重み $W_{3i}$ を、以下に示す(26)式で合成した重み $W_{123ij}'$ を使えばよい。

【0067】

【数7】

り、データ精度関数重みを使う場合の予測が実施できる。

【0070】次に、本発明の色伝達特性予測方法の第3の実施の形態について説明する。この第3の実施の形態では、(3)式の重み付けの係数 $W_{ij}$ として、第1の実施の形態で用いた被予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を各信号成分ごとの定数で割ることにより規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $F_{ij}$ のみを用いる例を示す。

【0071】ここで、被予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を各成分ごとの定数で割ることにより規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $F_{ij}$ とは、上述の第1の実施の形態で示した(8)式または(9)式と同じである。被予測値である任意の出力信号に対応する予測値である入力信号を求め

る場合は、単調減少関数 $F_{ij}$ が予測値である入力信号に依存するので、色伝達特性予測方法は、(3)式の重み付けの係数 $W_{ij}$ として、(12)式の $W_{12ij}$ を用いる代わりに、(8)式または(9)式に示した $W_{ij}$ を用いる以外は、図1に示す方法と全く同じとなる。そのため、ここでは被予測値である任意の入力信号に対応する予測値である出力信号を求める場合について説明する。

【0072】図4は、本発明の色伝達特性予測方法の第3の実施の形態において、被予測値である任意の入力信号に対応する予測値である出力信号を求める場合における動作の一例を示すフローチャートである。最初は、S51の入出力実データ対準備工程であるが、これは、図1に示すS11の入出力実データ対準備工程と全く同様なので、説明は省略する。

【0073】次に、S52の被予測値準備工程では、被予測値が入力信号の場合なので、上述の(6)式、

(7)式で述べた被予測値の入力信号( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ )または入力信号( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ ,  $x_{4j}$ )を必要数だけ用意する。

【0074】次に、S53の重み付け係数の算出工程で、(3)式で述べた $n$ 組の重み付けの係数 $W_{ij}$ を算出する。被予測値が入力信号の場合であり、重み付けの係数としては、(8)式または(9)式に示した被予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を各信号成分ごとの定数で割ることにより規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $F_{ij}$ のみを求めればよく、一意的に求めることができる。

【0075】次に、S54の行列の成分算出工程で、(3)式で示した複数の入力信号の実データから行列を用いて求めた出力予測値とそれに対応する複数の出力信号の実データの重み付けされたユークリッド距離の2乗和 $E_j$ を最小にするという条件のもとに、最小2乗法という公知の方法を用いて、行列の各成分 $m_{11}$ ,  $m_{12}$ ,  $\dots$ を算出する。

【0076】次に、S55の予測値算出工程で、(6)式または(7)式を用いて、被予測値から予測値を算出する。被予測値が入力信号( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ )または入力信号( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ ,  $x_{4j}$ )の場合であるので、出力信号( $y_{1j}$ ,  $y_{2j}$ ,  $y_{3j}$ )を、S54の行列の成分算出工程で求めた行列の各成分 $m_{11}$ ,  $m_{12}$ ,  $\dots$ を使って求める。

【0077】次のS56の予測終了判定工程は、全ての被予測値について予測値が算出が終了したか否かを判定する工程で、未終了の場合は、S53の重み付け係数の算出工程に戻って、次の被予測値について予測を繰り返す。終了の場合は、単調減少関数 $F_{ij}$ のみを使用する場合のカラー画像入出力装置の色伝達特性予測は、全て終了となる。

【0078】以上の説明でわかるように、被予測値であ

る任意の入力信号に対応する予測値である出力信号を求める場合で、単調減少関数 $F_{ij}$ のみを使用する場合は、重み付けの係数は一意的に定めることができるので、逐次近似法を用いることなく予測を行なうことが可能である。

【0079】次に、本発明の色伝達特性予測方法の第4の実施の形態について説明する。この第4の実施の形態では、(3)式の重み付けの係数 $W_{ij}$ として、第1の実施の形態で用いた被予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を各信号成分ごとの定数で割ることにより規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $F_{ij}$ と、第2の実施の形態で用いたデータ精度関数 $J_i$ を用いる例を示す。

【0080】ここで、被予測値の入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を各信号成分ごとの定数で割ることにより規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $F_{ij}$ とは、上述の第1の実施の形態で示した(8)式または(9)式と同じであり、データ精度関数 $J_i$ とは、上述の第2の実施の形態で示した(16)式〜(22)式と同じである。

【0081】被予測値である任意の出力信号に対応する予測値である入力信号を求める場合は、単調減少関数 $F_{ij}$ が予測値である入力信号に依存するので、色伝達特性予測方法は、(3)式の重み付けの係数 $W_{ij}$ として(12)式の $W_{12ij}$ を用いる代わりに(8)式または(9)式に示した $W_{1ij}$ を用いる以外は、図2または図3に示した方法と全く同じとなる。そのため、ここでは被予測値である任意の入力信号に対応する予測値である出力信号を求める場合について説明する。

【0082】図5は、本発明の色伝達特性予測方法の第4の実施の形態において、被予測値である任意の入力信号に対応する予測値である出力信号を求める場合における動作の一例を示すフローチャート、図6は、同じくデータ精度関数準備工程の詳細を示すフローチャートである。ここでは、データ精度関数を選択的に使用できるようにした例を示しており、データ精度関数を用いないことを選択した場合には、上述の第3の実施の形態と全く同じとなる。最初はS61の入出力実データ対準備工程であるが、これは図1におけるS11の入出力実データ対準備工程と全く同様なので、説明は省略する。

【0083】次にS62のデータ精度関数重み利用判定工程で、データ精度関数を用いた重み付け係数を利用するか否かを判定する。利用しない場合はS64に進み、上述の第3の実施の形態で説明した処理を行なう。データ精度関数を用いた重み付けの係数を利用する場合には、S63のデータ精度関数重み準備工程へと進む。S63のデータ精度関数重み準備工程は、図6に示されているので、以下図6を用いて説明する。

【0084】S71の被予測値設定工程で、図5のS61の入出力実データ対準備工程で準備した全ての入出力実データを被予測値として設定し、S72以下で入出力実データに対する出力値を予測するための準備を行なう。

【0085】次にS72の重み付けの係数の決定工程で、(3)式で述べたn組の重み付けの係数 $W_{ij}$ を算出する。被予測値が入力信号の場合であり、重み付けの係数としては、(8)式または(9)式に示した被予測値入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を各信号成分ごとの定数で割ることにより規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数 $F_{ij}$ のみを求めればよく、一意的に定めることができる。

【0086】次にS73の行列の成分算出工程で、(3)式で示した複数の入力信号の実データから行列を用いて出力予測値とそれに対応する複数の出力信号の実データの重み付けされたユークリッド距離の2乗和 $E_j$ を最小にするという条件のもとに、最小2乗法という公知の方法を用いて、行列の成分 $m_{11}$ ,  $m_{12}$ , ...を算出する。ここでの重み付けの係数は、S72の重み付けの係数の算出工程で決めた重み付けの係数である。

【0087】次にS74の予測値算出工程で、(6)式または(7)式を用いて、被予測値から予測値を算出する。被予測値が入力信号( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ )であるので、出力信号( $y_{1j}$ ,  $y_{2j}$ ,  $y_{3j}$ )を、S73の行列の成分算出工程で求めた行列の各成分 $m_{11}$ ,  $m_{12}$ , ...を使って求める。

【0088】次のS75の予測終了判定工程は、全ての被予測値について予測値が算出が終了したか否かを判定する工程である。未終了の場合は、S72の重み付けの係数の算出工程に戻って、次の被予測値について予測を繰り返す。終了の場合はS76のデータ精度関数重み算出工程に進む。

【0089】S76のデータ精度関数重み算出工程は、(16)式から(19)式に示したデータ精度関数に従って、データ精度関数重みを算出する。データ精度関数は、対象実データ対に関する出力予測値と出力信号の実データとの差分方向とその差の大きさ、対象実データ対を除く実データ対の実データ対に関する出力予測値と出力信号の実データとの重み付け平均の差分方向とその差の大きさから、両者が同じ方向なら差の大きさが大きくなるほど大きな値を、異なる方向ならば差の大きさが大きくなればなるほど小さな値とするようにした、実データ対の確からしさを示す関数である。

【0090】次のS77のデータ精度関数重み算出終了工程は、すべての入出力実データ対についてデータ精度関数による重み算出が終了したか否かを判定する工程である。未終了の場合は、S76のデータ精度関数重み算出工程に戻って、次の入出力実データ対についてデータ

精度関数重みの算出を繰り返し、終了の場合は、図5におけるS64の被予測値準備工程に進む。

【0091】図5のS64からS68までの予測工程は、データ精度関数重みを使う場合も、使わない場合もほぼ同様であって、S64のみ異なるので、S64のみ説明を加える。

【0092】S64の重み係数の算出工程では、(3)式で述べたn組の重み付けの係数 $W_{ij}$ を算出する。この場合は、被予測値が入力信号なので、(8)式または(9)式に示した被予測値である入力信号と入力信号の実データとの信号成分ごとの差を規格化した入力空間差分成分から求める規格化入力信号空間におけるユークリッド距離の単調減少関数の重みとデータ精度関数重みを(24)式で合成したものをいれればよく、一意的に定めることができる。

【0093】以上、図5のS64以外は、データ精度関数重みを使う場合も使わない場合も全く同様であり、S61からS68までの予測工程を経ることにより、データ精度関数重みを使った予測を行なうことができる。以上の説明でわかるように、データ精度関数重みを使う場合であっても、被予測値である任意の入力信号に対応する予測値である出力信号を求める場合で、単調減少関数 $F_{ij}$ のみを使用する場合は、重み付けの係数は一意的に定めることができるので、逐次近似法を用いることなく予測を行なうことが可能である。

【0094】以上、本発明の実施の4つの形態を説明したが、この他にも、図6に示したデータ精度関数と図2に示した色伝達特性予測方法の組み合わせも可能であるが、容易に類推できる組み合わせであるので、説明は省略する。

【0095】

【実施例】図7は、本発明の色伝達特性予測方法を適用するシステムの第1の例を示す構成図である。図中、101はカラースキャナ、102～104は1次元テーブル、105はマトリックスマスキング部である。ここではカラー画像入力装置としてカラースキャナ101を用い、本発明の色伝達特性予測方法を用いて色処理の係数を決定する方法とその処理の精度を計算上で確認する方法について説明する。

【0096】図7に示すシステムでは、カラースキャナ101は与えられたカラー画像を読み取ってRGB色空間の信号を出力する。カラースキャナ101から出力されるRGB色空間の信号は、それぞれの信号成分ごとに1次元テーブル102～104において色調整が行なわれる。1次元テーブル102～104の目的は、通常は反射率に比例するRGB色空間のデータを、次のマトリックスマスキング部105で $L^* a^* b^*$ 色空間のデータに変換するときに変換精度が良くなるように、反射率でない別の単位、例えば、濃度とか明度などの単位のデータ $R' G' B'$ に変換を施すこと、および、カラース

キャナ101のRGBの各センサの感度の違いを補正するため、カラーキャナ101にグレイが入力されたときに $R'$ 、 $G'$ 、 $B'$ が同じ値になるように変換を施すことである。1次元テーブル102～104で $R$ 、 $G$ 、 $B$ 各成分ごとの変換を行なった後、マトリックスマスキング部105で装置に依存しない均等色空間 $L^*a^*b^*$ に変換して出力する。このとき、カラーキャナ101で読み取らせたカラー画像を測色器等によって測定した均等色空間 $L^*a^*b^*$ の実データと、マトリックスマスキング部105の出力の $L^*a^*b^*$ 色空間のデータを一致させる。これによって、カラーキャナ101に与えられたカラー画像を忠実に再現できるカラー画像データが入力されることになる。

【0097】図8は、本発明の色伝達特性予測方法を適用するシステムの第1の例における色処理係数決定および確認処理の一例を示すフローチャートである。ここでは、色伝達特性の予測の方法として、データ精度関数を使用しない第1の実施の形態で説明した予測方法を用いるものとする。

【0098】まず、S81の入出力実データ対準備工程で、あらかじめ色を測定して均等色空間 $L^*a^*b^*$ におけるデータを得ておいた種々のカラーパッチをカラーキャナ101に読み取らせ、カラーキャナ101から出力されるRGB色空間における信号を計測する。これにより、入力信号の実データとして均等色空間 $L^*a^*b^*$ のデータと、カラーキャナ101の出力のRGB色空間における実データとの実データ対を用意できる。種々のカラーパッチの色は、入力の色空間内にまんべんなく分布していることが望ましく、その数は望む予

測の精度に依存するが、通常は100から1000位となる。

【0099】カラー画像の読み込みのとき、出力信号には、カラーキャナの面内の不均一性や、時間的な不安定特性等の原因によるノイズが乗っているため、これらのノイズが色特性予測方法の持つスムージング機能で除去されやすいように工夫するとよい。また、カラーパッチの読み込み時にその配列をランダムにして面内の不均一性の影響がRGB色空間のデータにランダムに乗るようにしたり、何回ものスキャンに分割してRGB色空間のデータを採取することにより時間的な不安定特性の影響もRGB値にランダムに乗るようにするとよい。さらに、カラーパッチ自体の不均一性も考慮して、色の測定時のアパーチャの大きさを小さくしすぎないようにしたり、RGB色空間のデータを計測した後、アパーチャの大きさに対応した領域の平均を求める等の工夫をするとさらによい。

【0100】次に、S82の重み付け関数形状/パラメータ設定工程で、色伝達特性予測時の重み付けの関数の形状とそのパラメータを設定する。例えば、(8)、(10)、(12)式に相当する重み付けの関数を、以下に示す(27)～(29)式として設定する。ここで、 $(L_j, a_j, b_j)$ が被予測値または予測値の入力信号、 $(L_i, a_i, b_i)$ が入力信号の実データ、 $(L_0, a_0, b_0)$ が入力信号空間の規格化の定数、 $(R_0, G_0, B_0)$ が出力信号空間の規格化の定数、 $p$ が関数形状を決める定数である。

【0101】

【数8】

$$W_{1ij} = 1 / \{ (((L_i - L_j)/L_0)^2 + ((a_i - a_j)/a_0)^2 + ((b_i - b_j)/b_0)^2)^p + 1 \} \quad (27)$$

$$W_{2ij} = 1 / \{ (((m_{11}(L_i - L_j))^2 + (m_{12}(a_i - a_j))^2 + (m_{13}(b_i - b_j))^2)/(R_0)^2 + ((m_{21}(L_i - L_j))^2 + (m_{22}(a_i - a_j))^2 + (m_{23}(b_i - b_j))^2)/(G_0)^2 + ((m_{31}(L_i - L_j))^2 + (m_{32}(a_i - a_j))^2 + (m_{33}(b_i - b_j))^2)/(B_0)^2)^p + 1 \} \quad (28)$$

$$W_{12ij} = W_{1ij} + W_{2ij} \quad (29)$$

【0102】重み付けのパラメータとは、ここでは $(L_0, a_0, b_0)$ 、 $(R_0, G_0, B_0)$ 、 $p$ の3種類の定数を意味しており、スムージング機能の程度を調整するものである。式の形状で分かるように、 $(L_0, a$

$_0, b_0)$ と $(R_0, G_0, B_0)$ は、値が大きくなるほどスムージング機能は強くなり、 $p$ は値が大きくなるほどスムージング機能は弱くなるパラメータである。これらのパラメータは、予測を実行する前に、入出力実デ



ータ対のノイズの程度により決定される必要がある。一般的には、ノイズが大きければスムージング機能を強くし、ノイズが小さければスムージング機能を弱くすればよい。しかし、通常はノイズの程度を判定するデータは入出力実データ対しかなく、真値がわかっているわけではないので、ある程度は経験的に設定することになる。

【0103】例えば、あるパラメータの組を仮定して入力実データに対する出力を予測し、予測値と出力実データとの差分を見て、適当なあるパラメータの組を選択する方法がある。この場合、予測値と出力実データとの差分は、予想方法そのものの誤差と、ノイズによる誤差が合成されたものとなっており、この差分と最適パラメータの組との関係をあらかじめシミュレーション等によって求めておけばよい。

【0104】別の例としては、被予測値として $L^* a^* b^*$ 色空間のグラデーションデータ、例えば、 $a^* = b^* = 0$ で $L^*$ が少しづつ変わるような被予測値を準備して、あるパラメータの組を仮定して、RGB色空間のデータを予測してみる。そして、 $L^*$ に対する予測結果のRGB色空間のデータをグラフ化してみて、その形状から、仮定したパラメータの組でよいかどうかを判定する。例えば、その結果が実データ対に追従しすぎていて不自然な極値が多いような場合は、スムージング機能が弱すぎるので、より強いスムージングを与えるようなパラメータの組を再度仮定し、同様に判定を行なう。これを何度か繰り返すことにより、最適なパラメータの組を設定することもできる。

【0105】次に、S83の被予測値準備工程で、色処理の係数を決めるための複数の被予測値を設定する。この被予測値の設定は、使用する色処理アルゴリズムとその係数の決定方法に依存するが、ここでは1次元テーブル102～104の係数を先に決定し、次にマトリックスマスキング部105の係数を決定するものとする。この場合は、1次元テーブル102～104の係数を決めるために、グレイスケール、すなわち、 $a^* = b^* = 0$ で $L^*$ が0から100まで均等に变化している被予測値を設定する。そのステップの幅は、例えば8ビットのテーブルを使う場合は、 $100/256$ 程度にしておけば問題はない。また、マトリックスマスキング部105の係数を決めるためには、色空間で均等に色差を小さくしたいという前提ならば $L^* a^* b^*$ の格子点データ、例えば、10間隔の格子点データを被予測値として設定する。人の顔色等、特に色差を小さくしたいという色があれば、その色を追加してもよい。

【0106】次に、S84の予測値算出工程で、S83の被予測値準備工程で設定した複数の被予測値について予測を実行する。その方法は、図1で説明した方法と全く同一であるので省略する。これにより、被予測値であるグレイスケールと $L^* a^* b^*$ の格子点データに対するRGB色空間における予測値が得られる。

【0107】次に、S85の色処理係数決定用データ選出工程で、S84までの工程で得た複数の被予測値と予測値のデータ対から、色処理の係数を決めるために必要なデータ対を選出する。選出の基準は、RGB色空間の予測値が、このシステムの色処理で扱う範囲に入っているか否かである。すなわち、通常RGB色空間のデータは反射率という単位で表わせるが、グレイスケールと $L^* a^* b^*$ の格子点データのRGB色空間の予測値は、0未満、または100%をこえるデータが含まれている可能性がある。それらのデータは色処理係数決定用データとしては不必要なので、それらのデータを除去して、RGB色空間の予測値が0から100%の範囲に入っているデータ対を選出すればよい。

【0108】次に、S86の色処理係数決定工程で、実際の色処理のための係数を決定する。まず、1次元テーブル102～104の係数を、グレイスケールのデータを使って決定する。ここでは、1次元テーブル102～104は、反射率に比例するRGB色空間のデータを、明度を単位とする $R' G' B'$ 色空間のデータに変換するものとする。 $R, G, B$ の各信号成分に対応する1次元テーブル102～104の係数は、横軸に $R$ または $G$ または $B$ の予測値の値を、縦軸に $L^*$ の値をとってグレイスケールのデータ対をプロットし、プロット間は折れ線で近似することでRGB色空間から $R' G' B'$ 色空間への変換関数を定め、この変換関数を量子化することにより決定することができる。

【0109】次に、マトリックスマスキング部105の係数を $L^* a^* b^*$ の格子点データを使って決定する。 $L^* a^* b^*$ の格子点データに対応するRGB色空間の予測値を、先に決めた1次元テーブル102～104を用いて $R' G' B'$ 色空間のデータに変換し、その $R' G' B'$ 色空間のデータをマトリックスマスキング部105の入力とし、入力されるカラー画像の $L^* a^* b^*$ 色空間のデータを出力の目標として、最小2乗法を使って再帰的に計算することにより、マトリックスマスキング部105の係数を決定することができる。

【0110】最後に、S87の色処理確認工程で、色処理の精度を確認する。色処理の精度を確認するとは、確認したい色の $L^* a^* b^*$ 色空間のデータに対し、色処理後の出力である $L^* a^* b^*$ 色空間のデータがどうなっているかを調べることを意味している。したがって、確認したい任意の色 $L^* a^* b^*$ を被予測値としてカラーキャナ101の出力であるRGB色空間のデータを予測し、それを1次元テーブル102～104を用いて $R' G' B'$ 色空間のデータに変換し、更にマトリックスマスキング部105によって $L^* a^* b^*$ 色空間のデータに変換し、 $L^* a^* b^*$ 色空間におけるデータとの色差を求めればよい。同様のことを、任意のRGB色空間のデータを出発点として確認することが可能である。このときは、任意のRGB色空間のデータを被予測値と

してカラースキャナ101に与えられるカラー画像の $L^* a^* b^*$ 色空間のデータを予測し、RGB色空間のデータを1次元テーブル102~104とマトリックスキング部105を用いて $L^* a^* b^*$ に変換したものの色差を求めればよい。

【0111】図9は、本発明の色伝達特性予測方法を適用するシステムの第2の例を示す構成図である。図中、111は3次元テーブル、112~115は1次元テーブル、116はカラープリンターである。ここではカラー画像出力装置としてカラープリンター116を用い、本発明の色伝達特性予測方法を用いて色処理の係数を決定する方法とその処理の精度を計算上で確認する方法について説明する。

【0112】図9に示すシステムでは、記録すべきカラー画像のデータが $L^* a^* b^*$ 色空間のデータとして3次元テーブル111に与えられる。3次元テーブル111は、 $L^* a^* b^*$ 色空間のデータを $Y^* M^* C^* K^*$ の4次元の色空間のデータに変換する。その際に、テーブルにない色については、補間処理によって求める。このとき、入力される $L^* a^* b^*$ 色空間のデータと、カラープリンター116によって記録されたカラー画像の $L^* a^* b^*$ 色空間におけるデータとがなるべく一致するように変換する。

【0113】3次元テーブル111から出力される $Y^* M^* C^* K^*$ 色空間のデータは、それぞれの成分ごとに1次元テーブル112~115に入力される。各1次元テーブル112~115は、各成分の調整を行なってYMCCK色空間のデータとしてカラープリンター116へ出力する。この1次元テーブル112~115の目的は、3次元テーブル111では対処できないような単色スケールの局所的非線形性を補正することである。

【0114】カラープリンター116は、各1次元テーブル112~115から出力されるYMCCK色空間のデータを受け取り、カラー画像を被記録媒体に記録する。このとき、記録されたカラー画像の $L^* a^* b^*$ 色空間における値と、3次元テーブル111に入力されたカラー画像データの $L^* a^* b^*$ 色空間における値とが一致するように3次元テーブル111の係数および1次元テーブル112を構成することによって、与えられたカラー画像データを忠実に再現したカラー画像を得ることができる。

【0115】図10は、本発明の色伝達特性予測方法を適用するシステムの第2の例における色処理係数決定お

よび確認処理の一例を示すフローチャートである。ここでは、予測の方法として上述の第2の実施の形態で説明したように、データ精度関数を使用した予測方法を用いるものとする。

【0116】まず、S91の入出力実データ対準備工程で、YMCCK色空間のデータの種々の組合せでカラーパッチを出力し、その色を測定することにより、入力側のYMCCK色空間のデータと出力側の $L^* a^* b^*$ 色空間のデータとの実データ対を用意する。種々のカラーパッチの色は、上述のカラー画像入力装置の場合と同様に、入力側の色空間内にまんべんなく分布していることが望ましく、例えば、YMCCKの10%ごとの全ての組合せでカラーパッチを出力する等が理想的である。しかし、数が大きくなりすぎるので、直交表を用いて間引いたり、YMCCK色空間のデータが変化しても出力側の $L^* a^* b^*$ 色空間のデータがあまり変化しないような領域を間引いたりすることにより、数100から数1000くらいのカラーパッチを出力するのが実用的である。逆に、カラープリンター116の色伝達特性が急激に変化しているような部分は、より細かい間隔でカラーパッチを出力する場合もある。また、カラーパッチの出力の際に、出力信号には、プリンターの面内の不均一性や、時間的な不安定性の原因によるノイズが乗っているため、これらのノイズが色特性予測方法の持つスムージング機能で除去されやすいように工夫したり、カラーパッチ自体の不均一性に対処する工夫も設けるとよい。それらの方法は、上述のカラー画像入力装置の場合と同様なので省略する。

【0117】次にS92の重み付け関数形状/パラメータ設定工程で、色伝達特性予測時の重み付けの関数の形状とそのパラメータを設定する。例えば、(9)、(11)、(16)~(23)式に相当する重み付け関数を、以下に示す(30)~(39)式のように設定する。ここで、 $(Y_j, M_j, C_j, K_j)$ が被予測値または予測値の入力信号、 $(Y_i, M_i, C_i, K_i)$ が入力信号の実データ、 $(Y_0, M_0, C_0, K_0)$ が入力信号空間の規格化の定数、 $(L_j, a_j, b_j)$ が被予測値または予測値の出力信号、 $(L_i, a_i, b_i)$ が出力信号の実データ、 $(L_0, a_0, b_0)$ が出力信号空間の規格化の定数、 $p$ が関数形状を決める定数である。

【0118】

【数9】

$$W_{1ij} = 1/((((Y_i - Y_j)/Y_0)^2 + ((M_i - M_j)/M_0)^2 + ((C_i - C_j)/C_0)^2 + ((K_i - K_j)/K_0)^2)^p + 1) \quad (30)$$

$$W_{2ij} = 1/((((m_{11}(Y_i - Y_j))^2 + (m_{12}(M_i - M_j))^2 + (m_{13}(C_i - C_j))^2 + (m_{14}(K_i - K_j))^2)/(L_0)^2 + ((m_{21}(Y_i - Y_j))^2 + (m_{22}(M_i - M_j))^2 + (m_{23}(C_i - C_j))^2 + (m_{24}(K_i - K_j))^2)/(a_0)^2 + ((m_{31}(Y_i - Y_j))^2 + (m_{32}(M_i - M_j))^2 + (m_{33}(C_i - C_j))^2 + (m_{34}(K_i - K_j))^2)/(b_0)^2)^p + 1) \quad (31)$$

【数10】

$$\Delta L_i = L'_i - L_i \quad (32)$$

$$\Delta a_i = a'_i - a_i \quad (33)$$

$$\Delta b_i = b'_i - b_i \quad (34)$$

$$\Delta L_{is} = \left( \sum_{k=1}^n (V_{1ik}(L'_k - L_k)) \right) / \left( \sum_{k=1}^n (V_{1ik}) \right) \quad (35)$$

但し、 $k$ は $i$ 以外

$$\Delta a_{is} = \left( \sum_{k=1}^n (V_{1ik}(a'_k - a_k)) \right) / \left( \sum_{k=1}^n (V_{1ik}) \right) \quad (36)$$

但し、 $k$ は $i$ 以外

$$\Delta b_{is} = \left( \sum_{k=1}^n (V_{1ik}(b'_k - b_k)) \right) / \left( \sum_{k=1}^n (V_{1ik}) \right) \quad (37)$$

但し、 $k$ は $i$ 以外

$$\begin{aligned} W_{3i} = & ( (|(\Delta L_{is} + \Delta L_i)^2 \times \Delta L_{is} \times \Delta L_i|^{1/4} / L_0 \\ & + |(\Delta a_{is} + \Delta a_i)^2 \times \Delta a_{is} \times \Delta a_i|^{1/4} / a_0 \\ & + |(\Delta b_{is} + \Delta b_i)^2 \times \Delta b_{is} \times \Delta b_i|^{1/4} / b_0 )^p + 1 ) \\ & / ( (|(\Delta L_{is} - \Delta L_i)^2 \times \Delta L_{is} \times \Delta L_i|^{1/4} / L_0 \\ & + |(\Delta a_{is} - \Delta a_i)^2 \times \Delta a_{is} \times \Delta a_i|^{1/4} / a_0 \\ & + |(\Delta b_{is} - \Delta b_i)^2 \times \Delta b_{is} \times \Delta b_i|^{1/4} / b_0 )^p + 1 ) \end{aligned} \quad (38)$$

$$W_{123ij} = W_{1ij} \times W_{2ij} \times W_{3i} \quad (39)$$

【0119】ここで重み付けのパラメータとは、 $(Y_0, M_0, C_0, K_0)$ 、 $(L_0, a_0, b_0)$ 、 $p$ の3種類の定数を意味しており、スムージング機能の程度を調整するものである。式の形状で分かるように、 $(Y_0, M_0, C_0, K_0)$ と $(L_0, a_0, b_0)$ は、値が大きくなるほどスムージング機能は強くなり、 $p$ は値が大きくなるほどスムージング機能は弱くなるパラメータである。これらのパラメータは、予測を実行する前に、入出力実データ対のノイズの程度により決定されるが、その方法は上述のカラー画像入力装置の場合と同様なので省略する。

【0120】次に、S93のデータ精度関数重み準備工程で、(16)～(23)式に相当する重み、すなわち(32)～(39)式から重み $W_{123ij}$ を計算する。その方法は、図3においてすでに説明した方法と全く同一

であるのでここでは省略する。この工程により、全ての入出力の実データ対に対するデータ精度関数重みが決定される。

【0121】次に、S94の被予測値準備工程で、色処理の係数を決めるための複数の被予測値を設定する。この被予測値の設定は、使用する色処理アルゴリズムとその係数の決定方法に依存するが、ここでは、1次元テーブル112～115の係数を先に決定し、次に、3次元ルックアップテーブル111の係数を決定するものとする。この場合は、1次元テーブル112～115の係数を決めるために、単色スケール、すなわち、 $M=C=K=0\%$ で $Y$ が $0\%$ から $100\%$ まで均等に变化しているもの、 $Y=C=K=0\%$ で $M$ が $0\%$ から $100\%$ まで均等に变化しているもの、 $Y=M=K=0\%$ で $C$ が $0\%$ から $100\%$ まで均等に变化しているもの、 $Y=M=C=$

0%でKが0%から100%まで均等に变化しているものを、被予測値として設定する。そのステップの幅は、例えば8ビットのテーブルを使う場合は、 $100/256$ 程度にしておけば問題はない。

【0122】また、3次元テーブル111の係数を決めるためには、そのテーブルの格子点に対応する $L^* a^* b^*$ 色空間のデータと、その色に対応するKの%値を被予測値として設定する。このKの%値の設定方法は、最大墨量を用いる方法等、種々の方法が考案されており、本発明の予測方法を用いてこれを決定することも可能であるが、ここでは省略する。

【0123】次に、S95の予測値算出工程で、S94の被予測値準備工程で設定した複数の被予測値について予測を実行する。その方法は、図2で説明した方法と全く同一であるので省略するが、被予測値である単色スケールに対する $L^* a^* b^*$ 色空間の予測値と、格子点の $L^* a^* b^*$ 色空間のデータとKの%データに対するYMC色空間の予測値が得られる。

【0124】次に、S96の色処理係数決定工程で、実際の色処理装置の係数を決定する。まず、1次元テーブル112~115の係数を、単色スケールのデータを使って決定する。Y, M, C, Kの各成分に対応する1次元テーブル112~115の係数は、横軸に各単色スケールの予測値である $L^* a^* b^*$ 空間の値から算出した0%の色度に対する色差値を、縦軸にYまたはMまたはCまたはKの%値をとって単色スケールのデータ対をプロットし、プロット間は折れ線で近似することにより $Y' M' C' K'$ 色空間からYMC色空間への変換関数を定め、この変換関数を量子化することにより決定することができる。

【0125】次に、3次元テーブル111の係数を、3次元テーブル111の格子点に対応する $L^* a^* b^*$ 色空間のデータを使って決定する。そのためには、3次元テーブル111の格子点に対応するデータ、予測によって求めたYMC色空間の%値とすでに定めてあるKの%値とを、先に決めた1次元テーブル112~115を逆に解くことによって $Y' M' C' K'$ 色空間のデータに変換し、その値を対応する格子点の係数とすればよい。

【0126】ただし、この方法は3次元テーブル111の格子点の $L^* a^* b^*$ 色空間のデータが、カラープリンター116が再現できる色域内の場合に使える基本的な方法である。このシステムにその色域外のデータが入力される可能性がある場合には、この方法を拡張する必要がある。例えば、1次元テーブル112~115を0~100%の間で作成するのではなく、外挿を使って3次元テーブル111の格子点の $L^* a^* b^*$ の値を全てカバーする領域で仮に作成しておき、これを使って同様の決め方をすると、 $Y' M' C' K'$ 色空間のデータの一部が0%未満または100%を超えるもの、すなわち、色域外を含めた $Y' M' C' K'$ 色空間のデータが

求まる。その後、この値を0~100%に収める方法、通常Gamut圧縮と呼ばれる手法等と組み合わせ、最終的な格子点の係数とすることができるが、詳細は省略する。

【0127】最後にS97の色処理係数確認工程で、色処理の精度を確認する。色処理の精度を確認するとは、確認したい色処理入力 $L^* a^* b^*$ 色空間のデータに対し、カラープリンター116から出力される $L^* a^* b^*$ 色空間のデータがどうなっているかを調べることがを意味している。したがって、確認したい任意の $L^* a^* b^*$ 色空間のデータを3次元テーブル111で変換して $Y' M' C' K'$ 色空間のデータを求め、その値を1次元テーブル112~115を用いてYMC色空間のデータに変換し、YMC色空間のデータを被予測値としてカラープリンター116から出力される $L^* a^* b^*$ 色空間のデータを予測し、入力された $L^* a^* b^*$ 色空間のデータとの色差を求めればよい。

【0128】次に、本発明の第3の実施の形態を適用した実施例として、被予測値が1次元データの場合について、再び図7、図8を用いて説明する。上述のように、図7はカラースキャナ入力装置の場合の色処理を示しており、1次元テーブル102~104と、マトリックスマスキング部105の係数を決める例を先に説明した。ここでは、すでにこれらの係数は一度決められており、カラースキャナ入力装置の光源やCCDの時間的変動などにより色伝達特性が変化し、1次元テーブル102~104の係数のみを再度簡易的に決め直す場合を想定して説明する。

【0129】図8は、データ精度関数を用いない場合の色処理係数決定方法を示しており、ここでの手順も、データ精度関数を用いない場合を想定し、図8の手順に従って説明する。まずS81の入出力実データ対準備工程で、あらかじめ明度を測定してあるグレースケールパッチを読み込ませて出力のRGB色空間における信号を計測し、入力信号の実データとしての明度 $L^*$ と出力信号の実データとしてのRGB色空間におけるデータとの実データ対を用意する。グレースケールの間隔は、所望する予測の精度に依存するが、通常は10から数10くらいが適当であり、マトリックスマスキング部105の係数も決める場合に比べると、大幅にその数を減らすことができる。読み込みのとき、出力信号には、カラースキャナの面内の不均一性、時間的な不安定性等の原因によるノイズが乗っているため、これらのノイズが色特性予測方法の持つスムージング機能で除去されやすいようにする工夫や、グレースケールパッチ自体の不均一性も考慮した工夫などは、上述の実施例と同様である。

【0130】次にS82の重み付け関数形状/パラメータ設定工程で、色伝達特性予測時の重み付けの関数形状とそのパラメータを設定する。この場合は、入力が明度であるので、(8)式に相当する重み付け関数を、(4

0) 式のように設定すればよい。ここで、 $(L_j)$  が被予測値の入力信号、 $(L_i)$  が入力信号の実データ、 $(L_0)$  が入力信号空間の規格化の定数、 $p$  が関数形状

を決める定数である。

【数11】

$$W_{1ij} = 1 / (((L_i - L_j) / L_0)^2)^p + 1 \quad (40)$$

【0131】重み付けのパラメータとは、 $(L_0)$ 、 $p$  の2種類の定数を意味しており、スムージング機能の程度を調整するものであることは、上述したとおりである。この場合は、1次元テーブル102～104とマトリックスマスキング部105の係数は一度決定してあることを想定しているため、これら重み付けのパラメータは、そのとき使用したパラメータを参考にして決めればよい。

【0132】次に、S83の被予測値基準工程では、1次元テーブル102～104の係数を決定するための複数の被予測値を設定する。この場合は、グレースケール、すなわち、明度 $L^*$  が0から100まで均等に变化しているものを被予測値と設定する。そのステップの幅は、例えば8ビットのテーブルを使う場合は、100/256程度にしておけば問題はない。

【0133】次に、S84の予測値算出工程では、前の工程で設定した複数の被予測値について予測を実行する。その方法は、図4において説明したS51からS56までの処理と、入力次元数が異なる点を除けば全くの同一である。そのためここでは説明を省略する。この予測値算出工程で被予測値であるグレースケールに対するRGB色空間における予測値が得られる。

【0134】次に、S85の色処理係数決定用データ選出工程では、前の工程までで得た複数の被予測値と予測値のデータ対から、色処理の係数を決定するために必要なデータ対を選出する。選出の基準は、RGB色空間における予測値が、色処理装置で扱う範囲に入っているかどうかである。すなわち、通常、RGB色空間のデータは反射率という単位で表わせるが、グレースケールのRGB色空間における予測値は、0未満、または100%を超えるデータが含まれている可能性がある。それらのデータは色処理係数決定用データとしては不必要なので、それらのデータをカットして、RGB色空間における予測値が0から100%の範囲に入っているデータ対を選出すればよい。

【0135】次に、S86の色処理係数決定工程で、実際の1次元テーブルの係数を決定する。1次元テーブル102～104の第1の目的は、通常は反射率に比例するRGB色空間のデータを、次のマトリックスマスキング部105で $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 色空間のデータに変換するときに変換精度が良くなるように、反射率ではない別の単位、例えば、濃度や明度などを単位とする $R'$ 、 $G'$ 、 $B'$ 色空間のデータに変換を施すことである。また、第2の目的は、スキャナのRGBセンサの感度の違いを補正するため、スキャナにグレイが入力されたときに $R'$ 、 $G'$

$B'$ 色空間のデータが同じ値になるように変換を施すことである。ここでは、明度の単位に変換する場合を想定する。 $R$ 、 $G$ 、 $B$ 各々に対応する1次元テーブル102～104の係数は、横軸に $R$ または $G$ または $B$ の予測値の値を、縦軸に明度 $L^*$ の値をとってグレースケールのデータ対をプロットし、プロット間は折れ線で近似することでRGB色空間から $R'$ 、 $G'$ 、 $B'$ 色空間への変換関数を定め、この変換関数を量子化することにより決定することができる。

【0136】最後に、S87の色処理係数確認工程で色処理の精度を確認する。色処理の確認するとは、確認したいグレースケールのスキャナ入力明度 $L^*$ に対し、色処理後の $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 色空間の出力データがどうなっているかを調べることを意味している。従って、確認したい任意のグレースケール $L^*$ を被予測値としてスキャナのRGB色空間の出力データを予測し、それを1次元テーブル102～104を用いて $R'$ 、 $G'$ 、 $B'$ 色空間のデータに変換し、さらにマトリックスマスキング部105を用いて $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 色空間のデータに変換し、明度 $L^*$ との差を求めればよい。

【0137】以上のように、1次元テーブルの係数のみを再度決め直すような場合にも、本発明の色伝達特性予測方法を用いて1次元のデータ処理を行えば、少ない実データ対を用いて実現することが可能である。

【0138】この実施例ではデータ精度関数を用いない場合について説明したが、もちろんデータ精度関数を用い、図10に示すような処理過程によって1次元テーブルの係数の決め直しを行なうこともできる。

【0139】なお、ここでは入力信号を被予測値、出力信号を予測値として(40)式で示した重み付けの係数 $W_{1ij}$ のみを用いた予測処理を行なったが、逆に出力信号を被予測値、入力信号を被予測値とし、あるいは出力信号と入力信号の一部を被予測値、入力信号の残りの一部を予測値として予測処理を行なう場合、例えば図9に示すカラープリンターのような場合においても、前述の逐次近似法を使用すれば重み付けの係数として $W_{1ij}$ のみを用いて予測処理を行なうこともできる。もちろん、それに加えてデータ精度関数を用いてもよい。

【0140】このように、本発明の色処理係数決定方法は、カラー画像入力装置やカラー画像出力装置に関する色処理の係数を決定する場合や、決定した色処理の係数の精度を確認する場合等、様々な場合に適用可能である。

【0141】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明

によれば、カラー画像入出力装置の入出力の実データを統計的に処理して、色伝達特性の予測、すなわち、任意の入力信号に対する出力信号の予測、および、任意の出力信号に対する入力信号の予測を行なうことができ、または、任意の出力信号と入力信号の一部から入力信号の残りの一部を予測することができる。これにより、カラー画像入出力装置の種類に依存しないで色伝達特性を予測することができ、装置の物理特性を調べてモデル化する手間を省き、どのようなカラー画像入出力装置に対しても、重み付けのパラメータを決めるだけで容易に予測を行なうことができる。また、使用する入出力の実データ対にノイズが含まれていても、そのノイズの程度によって重み付けのパラメータを決定することにより高い予測精度を得ることができ、カラー画像入出力装置の色処理の係数を正確に決めることができる。さらに、予測方法が簡単であるので、高速に予測を行なうことができ、カラー画像入出力装置の色処理の係数の決定を迅速に行なうことができるなど、種々の効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の色伝達特性予測方法の第1の実施の形態における動作の一例を示すフローチャートである。

【図2】 本発明の色伝達特性予測方法の第2の実施の形態における動作の一例を示すフローチャートである。

【図3】 本発明の色伝達特性予測方法の第2の実施の形態におけるデータ精度関数準備工程の詳細を示すフローチャートである。

【図4】 本発明の色伝達特性予測方法の第3の実施の形態において、被予測値である任意の入力信号に対応する予測値である出力信号を求める場合における動作の一例を示すフローチャートである。

【図5】 本発明の色伝達特性予測方法の第4の実施の形態において、被予測値である任意の入力信号に対応する予測値である出力信号を求める場合における動作の一例を示すフローチャートである。

【図6】 本発明の色伝達特性予測方法の第4の実施の形態におけるデータ精度関数準備工程の詳細を示すフローチャートである。

【図7】 本発明の色伝達特性予測方法を適用するシステムの第1の例を示す構成図である。

【図8】 本発明の色伝達特性予測方法を適用するシステムの第1の例における色処理係数決定および確認処理の一例を示すフローチャートである。

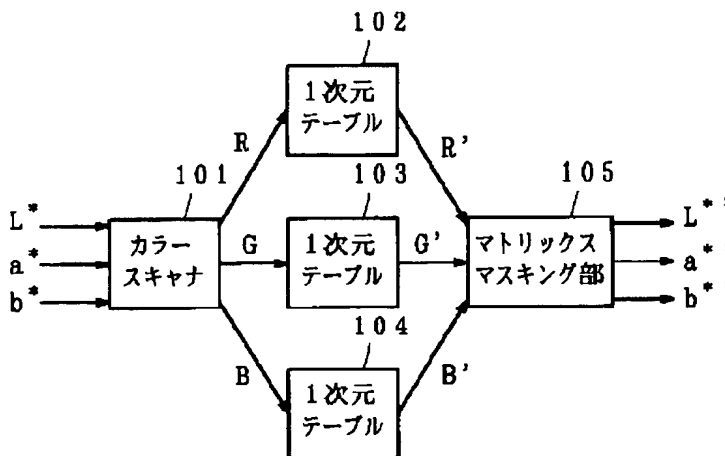
【図9】 本発明の色伝達特性予測方法を適用するシステムの第2の例を示す構成図である。

【図10】 本発明の色伝達特性予測方法を適用するシステムの第2の例における色処理係数決定および確認処理の一例を示すフローチャートである。

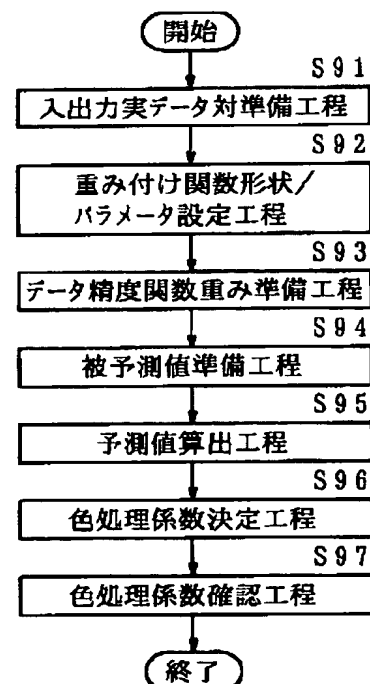
#### 【符号の説明】

101…カラーキャナ、102～104…1次元テーブル、105…マトリックスマスキング部、111…3次元テーブル、112～115…1次元テーブル、116…カラープリンター。

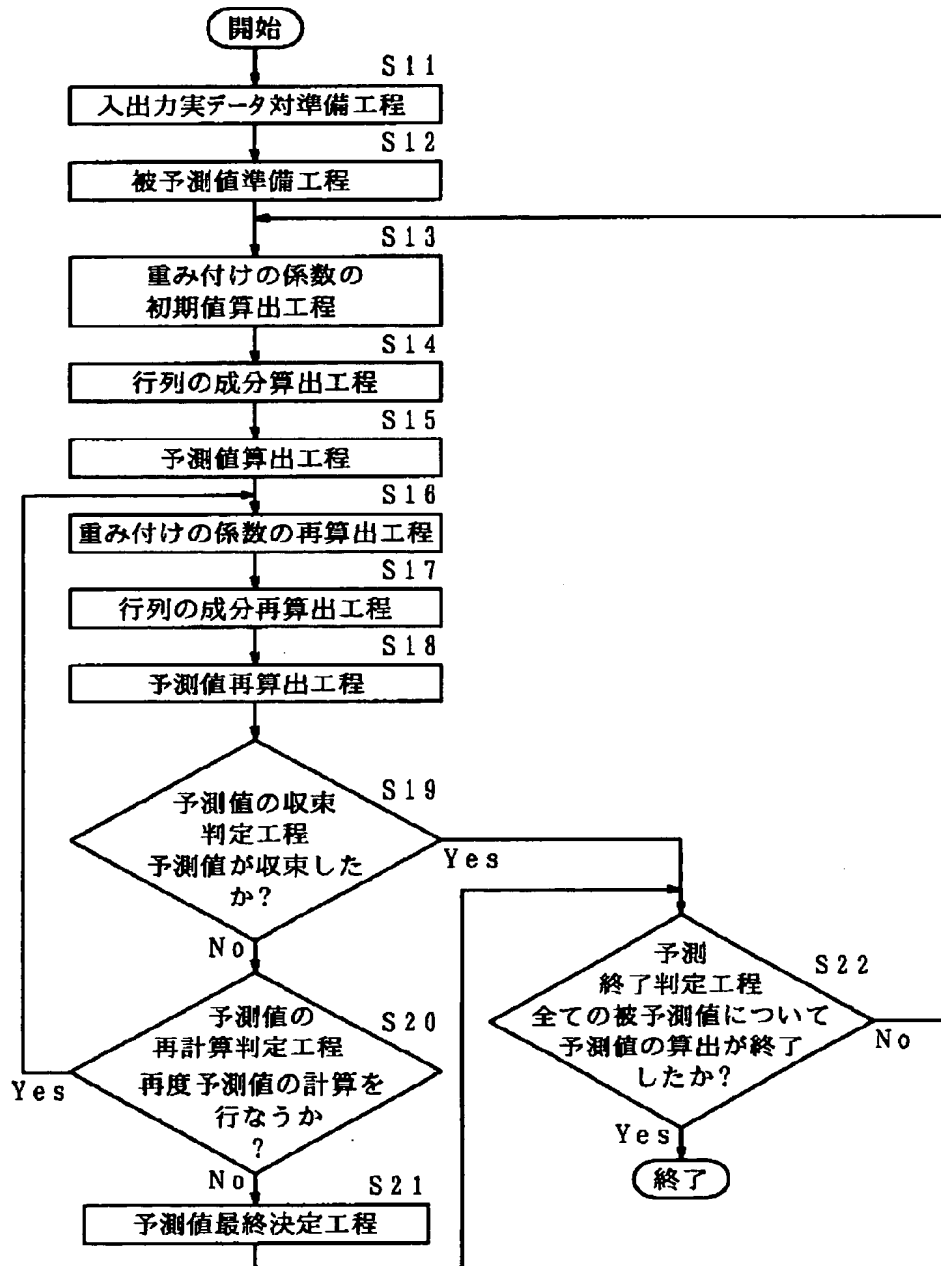
【図7】



【図10】

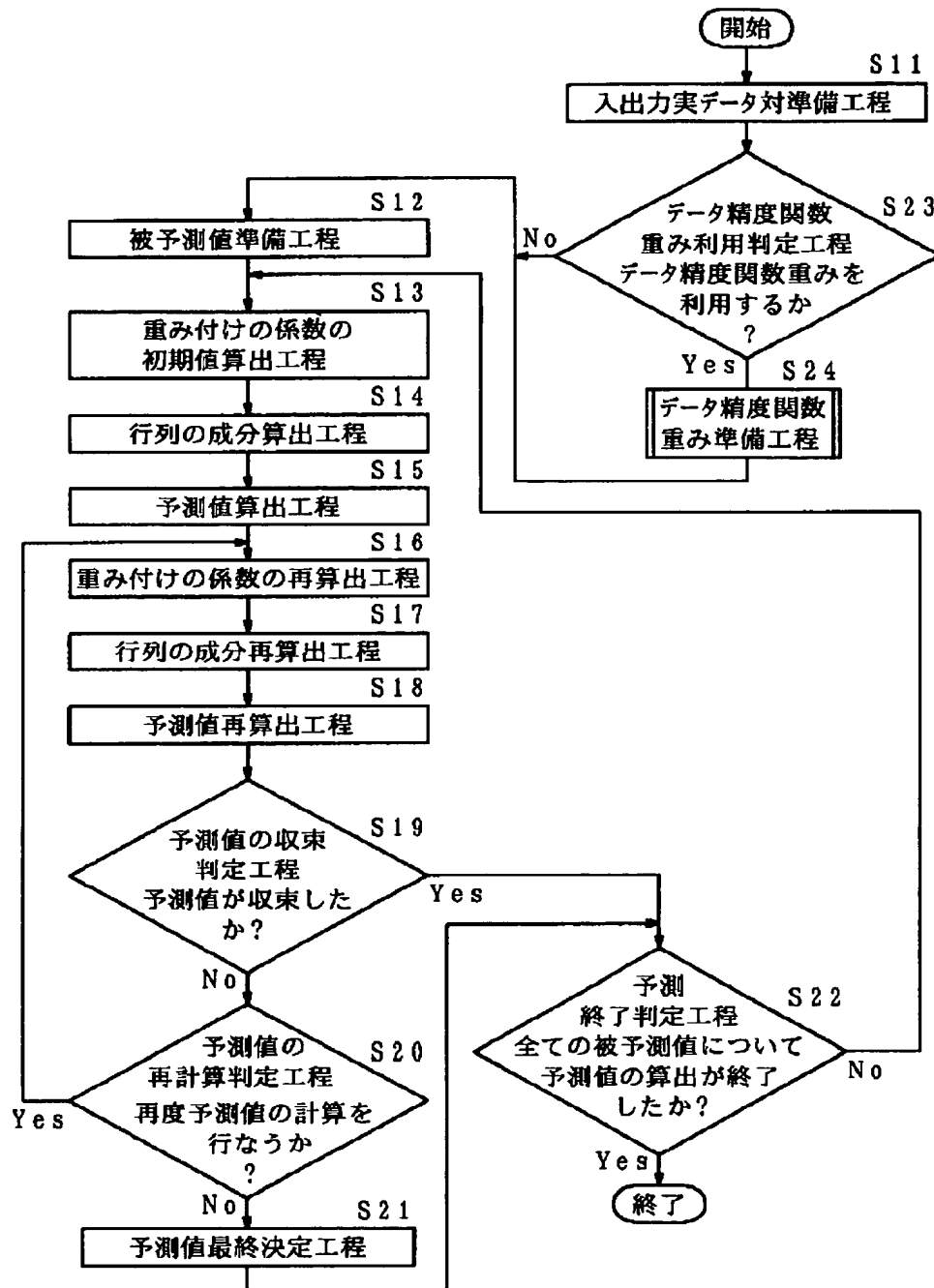


【図1】

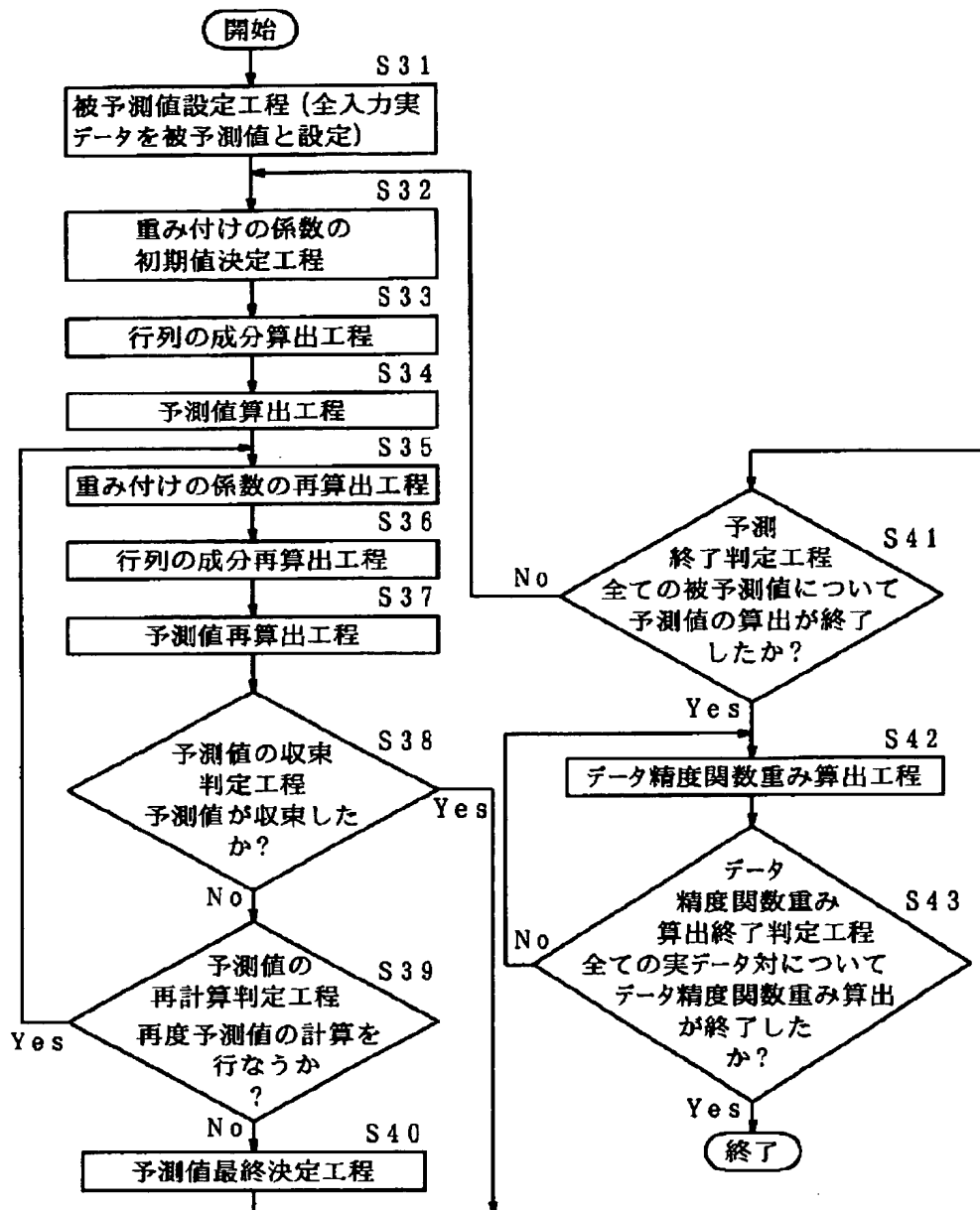




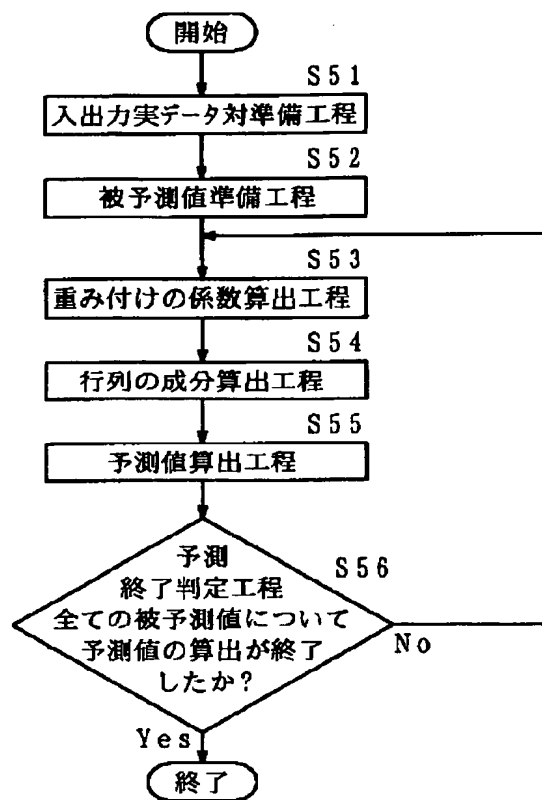
【図2】



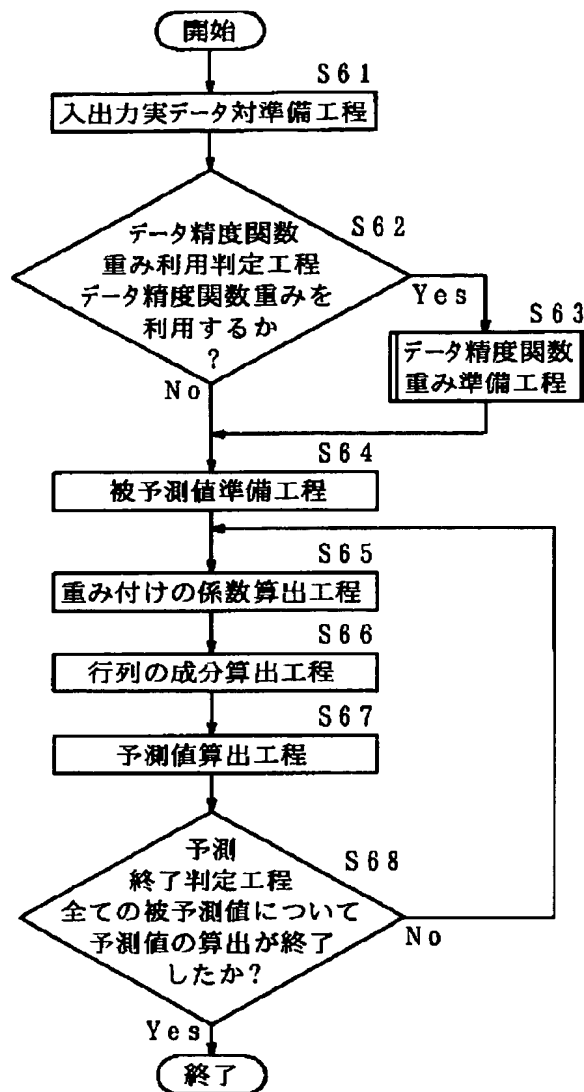
【図3】



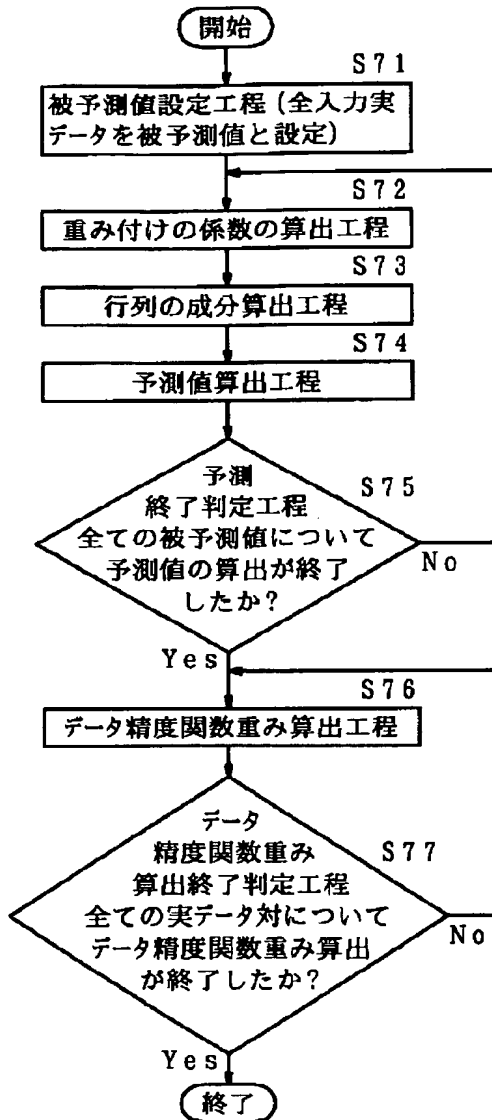
【図4】



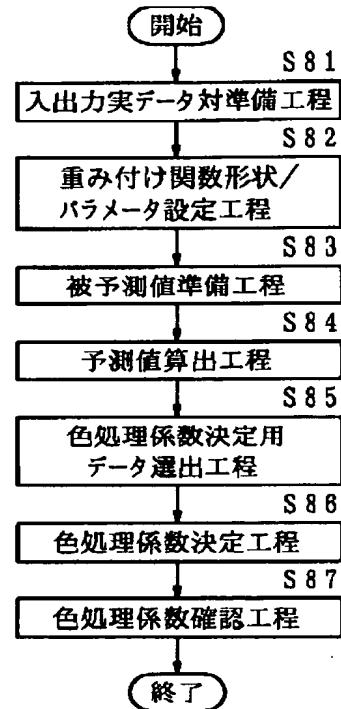
【図5】



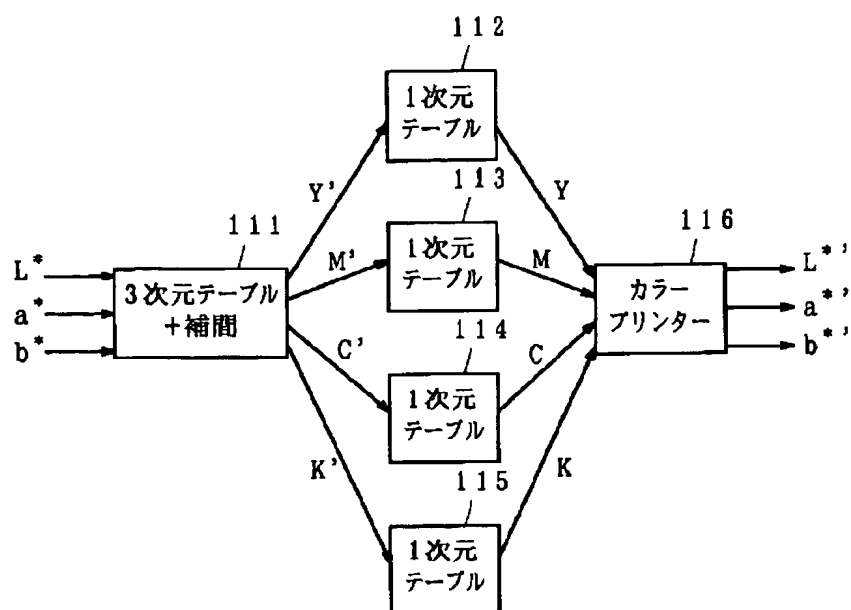
【図6】



【図8】



【図9】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-262157

(43)Date of publication of application : 29.09.1998

(51)Int.Cl. H04N 1/60  
H04N 1/46

(21)Application number : 09-332717 (71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 03.12.1997 (72)Inventor : IKEGAMI HIROAKI

(30)Priority

Priority number : 09 4949 Priority date : 14.01.1997 Priority country : JP

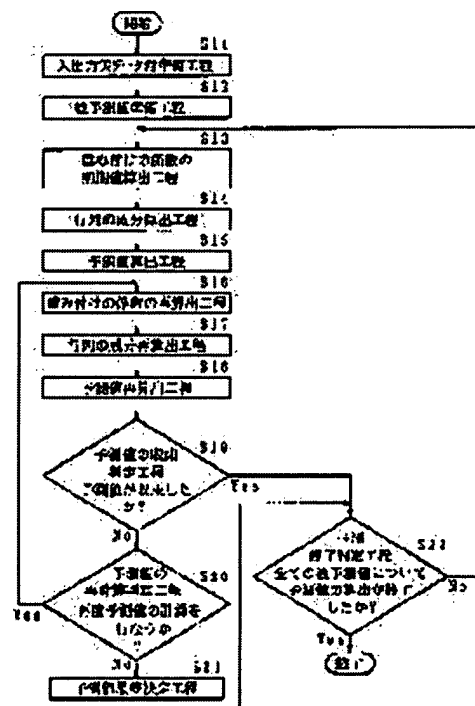
## (54) METHOD FOR PREDICTING COLOR TRANSFER CHARACTERISTIC

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To predict a color transfer characteristic by processing statistically real data of input/output of a color input/output device, that is, to predict an output signal with respect to an optional input signal and to predict an input signal with respect to an optional output signal, or to predict remaining part of the input signal from part of the input signal and an optional output signal.

**SOLUTION:** Input/output real data pair are prepared (S11) and a predicted value is prepared in the S12. An initial value of a weight coefficient is calculated (S13) by using the data, and a component of a matrix and a predicted value are calculated so that a square sum of Euclid distance sets weighted by a weighting coefficient

between an output prediction value and a plurality of output real data corresponding to the prediction value is minimized (S14, 15). The weighting coefficient is calculated again by using them (S16), and similarly the component of the matrix and the predicted value are obtained (S18). The processing above is repeated and the weighting coefficient, the component of the matrix and the prediction value are decided.



---

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 18.06.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] It connects with a matrix so that it may become the linear relation characterized by providing the following. A component of this matrix is determined that the square sum of a value which carried out weighting to difference for every signal component of an output forecast calculated using this matrix and two or more output live data corresponding to it by coefficient of weighting of forecast-ed dependence will become min from live data of two or more input signals. A color transfer-characteristics prediction method characterized by calculating an output forecast using this matrix from an input signal which is a forecast-ed Live data of two or more input signals of a color picture input unit or a color picture output unit It sets to a color transfer-characteristics prediction method of searching for an output signal which is a forecast corresponding to an input signal of arbitration which is a forecast-ed from a data pair of live data of an output signal corresponding to it, and is a constant term about relation between an input signal and an output signal.

[Claim 2] input space standardized when a coefficient of said weighting divided a difference for every signal component with live data of an input signal of a forecast-ed, and an input signal by constant for every input signal component -- difference -- a color transfer-characteristics prediction method according to claim 1 characterized by being the monotonically decreasing function of Euclidean distance in standardization input signal space for which it asks from a component.

[Claim 3] input space standardized when a coefficient of said weighting divided a difference for every signal component with live data of an input signal of a forecast-ed, and an input signal by constant for every input signal component -- difference -- with a monotonically decreasing function of Euclidean distance in standardization input signal space for which it asks from a component A color transfer-characteristics prediction method according to claim 1 characterized by consisting of data precision functions calculated from an interrelation of an output forecast beforehand predicted to live data of each input signal, and live data of an output signal.

[Claim 4] It connects with a matrix so that it may become the linear relation characterized by providing the following. So that the square sum of a value which carried out weighting to difference for every signal component of an output forecast calculated using this matrix and two or more output live data corresponding to it by coefficient of weighting of forecast-ed dependence and component dependence of this matrix may become min from live data of two or more input signals A color transfer-characteristics prediction method characterized by determining a component of this matrix, a coefficient of weighting, and a forecast by the successive approximation method Live data of two or more input signals of a color picture input unit or a color picture output unit It sets to a color transfer-characteristics prediction method of searching for an output signal which is a forecast corresponding to an input signal of arbitration which is a forecast-ed from a data pair of live data of an output signal corresponding to it, and is a constant term about relation between an input signal and an output signal.

[Claim 5] input space standardized when a coefficient of said weighting divided a difference for every signal component with live data of an input signal of a forecast-ed, and an input signal by constant for every input signal component -- difference -- with the 1st monotonically decreasing function of



Euclidean distance in standardization input signal space for which it asks from a component By dividing by constant for every signal component, after changing into a component of output space which considered sensitivity using a component of this matrix by difference for every signal component with live data of an input signal of a forecast-ed, and an input signal A color transfer-characteristics prediction method according to claim 4 characterized by consisting of the 2nd monotonically decreasing function of Euclidean distance in standardization output signal space for which it standardizes and asks. [Claim 6] input space standardized when a coefficient of said weighting divided a difference for every signal component with live data of an input signal of a forecast-ed, and an input signal by constant for every input signal component -- difference -- with the 1st monotonically decreasing function of Euclidean distance in standardization input signal space for which it asks from a component The 2nd monotonically decreasing function of Euclidean distance in standardization output signal space for which it standardizes and asks by dividing by constant for every signal component after changing into a component of output space which considered sensitivity using a component of this matrix by difference for every signal component with live data of an input signal of a forecast-ed, and an input signal, A color transfer-characteristics prediction method according to claim 4 characterized by consisting of data precision functions calculated from an interrelation of an output forecast beforehand predicted to live data of each input signal, and live data of an output signal.

[Claim 7] The color transfer-characteristics prediction method characterized by to determine the component of this matrix, the coefficient of weighting, and a forecast by the successive approximation method so that the square sum of the value which is characterized by to provide the following, and which carried out weighting by coefficient of weighting of forecast dependence at least to difference for every signal component of an output forecast which tied up with a matrix so that it might become linear relation, and was calculated using this matrix from live data of two or more input signals, and two or more output live data corresponding to it may become min Live data of two or more input signals of a color picture input unit or a color picture output unit It sets to a color transfer-characteristics prediction method of searching for a part of input signals which are a forecast corresponding to an output signal of arbitration which is a forecast-ed, or remaining input signals which are the forecasts corresponding to a part of an output signal and an input signal of arbitration which is a forecast-ed from a data pair of live data of an output signal corresponding to it, and is a constant term about relation between an input signal and an output signal.

[Claim 8] input space standardized when a coefficient of said weighting divided a difference for every signal component with live data of an input signal of a forecast, and an input signal by constant for every input signal component -- difference -- a color transfer-characteristics prediction method according to claim 7 characterized by being the monotonically decreasing function of Euclidean distance in standardization input signal space for which it asks from a component.

[Claim 9] input space standardized when a coefficient of said weighting divided a difference for every signal component with live data of an input signal of a forecast, and an input signal by constant for every input signal component -- difference -- with a monotonically decreasing function of Euclidean distance in standardization input signal space for which it asks from a component A color transfer-characteristics prediction method according to claim 7 characterized by consisting of data precision functions calculated from an interrelation of an output forecast beforehand predicted to live data of each input signal, and live data of an output signal.

[Claim 10] input space standardized when a coefficient of said weighting divided a difference for every signal component with live data of an input signal of a forecast, and an input signal by constant for every input signal component -- difference -- with the 1st monotonically decreasing function of Euclidean distance in standardization input signal space for which it asks from a component By dividing by constant for every signal component, after changing into a component of output space which considered sensitivity using a component of this matrix by difference for every signal component with live data of an input signal of a forecast, and an input signal A color transfer-characteristics prediction method according to claim 7 characterized by consisting of the 2nd monotonically decreasing function of Euclidean distance in standardization output signal space for which it standardizes and asks.

[Claim 11] input space standardized when a coefficient of said weighting divided a difference for every signal component with live data of an input signal of a forecast, and an input signal by constant for every input signal component -- difference -- with the 1st monotonically decreasing function of Euclidean distance in standardization input signal space for which it asks from a component The 2nd monotonically decreasing function of Euclidean distance in standardization output signal space for which it standardizes and asks by dividing by constant for every signal component after changing into a component of output space which considered sensitivity using a component of this matrix by difference for every signal component with live data of an input signal of a forecast, and an input signal, A color transfer-characteristics prediction method according to claim 7 characterized by consisting of data precision functions calculated from an interrelation of an output forecast beforehand predicted to live data of each input signal, and live data of an output signal.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention reads a color copy, performs an image processing, and relates to the color transfer-characteristics prediction method of color picture I/O devices, such as the scanner and printer which are used in case the color processing coefficient of the various image processing systems performed in order to obtain the color reproduction which wishes to have a manuscript image in the digital full colour copying machine reproduced on a record medium-ed, color facsimile, a color system, etc. is determined, and a display.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, after performing the image processing which changes a manuscript into the signal of the color space for which it does not depend on equipment from the signal of reading and the RGB color space which is the output of a scanner with a scanner and carrying out a certain edit processing, the image processing changed into the signal of the CMYK color space which is the input of a printer is performed, and a system which carries out a printed output by the printer is assumed. In this case, from the signal of the RGB color space depending on the equipment which is the output of a scanner, performing the image processing changed into the signal of the color space independent of equipment will grasp correctly the relation between the color of an input of a scanner, and the color of the RGB color space of the output of a scanner, i.e., the color transfer characteristics of an input unit, and it will perform the image processing of that reverse. Performing the image processing which similarly is changed into the signal of the CMYK color space depending on the equipment which is the input of a printer from the signal of the color space independent of equipment will grasp correctly the relation between the color in the CMYK color space of an input of a printer, and the color of the output of a printer, i.e., the color transfer characteristics of an output unit, and it will perform the image processing of the reverse. Even if an output unit is a display, the same thing can say.

[0003] It is a base to grasp the property of equipment correctly, although the methods of deciding the color processing coefficient used in an actual image processing differ by whether how a difference of an image-processing method and the color reproduction to wish set up, and if predict the output signal over the input signal of the arbitration of a color-picture input unit or there is a method which has predicted the input signal over the output signal of arbitration enough, and can do it, it will become easy to decide the color processing coefficient of an image processing.

[0004] There are what predicts the physical property of an I/O device as the color transfer-characteristics prediction method of a color I/O device using the physical model grasped and modeled, and the method of processing the live data of I/O of equipment statistically and predicting them.

[0005] For example, in JP,5-18305,B, it predicted by having assumed the physical model called a noise variance UA equation in 3x3 matrices in the printer which is an output unit in the color scanner which is an input unit, and the technique of asking for a masking parameter by convergence count is proposed. However, even if, as for such a physical model, model precision determines the color processing coefficient of an actual I/O device well, what can be equal to practical use is not obtained. Moreover,

development of a physical model with more high predictability had the problem that it was necessary to devise a model for every equipment of the, when the classes of equipment differed, even if it is difficult and development of a model was completed.

[0006] On the other hand, between I/O of a printer, the method currently generally called computer color matching assumes a high order polynomial or the function corresponding to the physical property of equipment, determines the coefficient of a function from the data pair of the live data of two or more input signals, and the live data of the output signal corresponding to it, and predicts an input signal [ as opposed to the output signal of arbitration for the function ] by solution Lycium chinense asymptotically. However, predictability was influenced from the relation of the configuration of the function for which live data took and it depended on equipment the direction, and when it was the high order polynomial which requires computation time, there was a problem of being able to extrapolate outside of the color space of live data and being unable to predict it.

[0007] Moreover, from the data pair of the live data of two or more input signals, and the live data of the output signal corresponding to it, using the neural network, to P.125-129, the output signal over the input signal of arbitration is predicted, or the method of predicting the input signal over the output signal of arbitration is proposed in "high-degree-of-accuracy printer model by the high-degree-of-accuracy color conversion-neural network by flexible GCR -" besides JP,7-87347,A and Murai, the Society of Electrophotography of Japan, and Vol.35 No. 2 or 1996 years. By this method, when study took time amount too much or the outside of the color space of live data was extrapolated and predicted as well as use of a polynomial, there was a problem that it could not be used.

[0008] Moreover, in JP,2-226870,A, the method of tying up 3 local \*\*\*\* space of I/O with a linearity matrix, and predicting the input signal over the output signal of arbitration, when the I/O signal after carrying out, the increase of the number of data pairs and is a three dimension is proposed by interpolation from the data pair of the live data of two or more input signals, and the live data of the output signal corresponding to it. By this method, since the smoothing feature of data is not contained, when the live data of an I/O signal contain a noise, it cannot be coped with. Moreover, this method is the technique which can be used when the dimension of an input and an output is the same dimension, and, in the case of the three dimension as which an output expresses a color in four dimensions [ like YMCK ] whose input is, cannot cope with it. Furthermore, when the outside of the color space of live data was extrapolated and predicted, there was also a problem that it could not be used.

[0009] Moreover, on the U.S. Pat. No. 5471324 specifications, the method of deciding the coefficient of the conversion look-up table for printers is proposed by simple interpolation by predicting an input signal from an output signal with the weighting average the increase of the number of data pairs, and after carrying out from the data pair of the live data of two or more input signals of a printer, and the live data of the output signal corresponding to it. However, this method also had the almost same problem as above-mentioned JP,2-226870,A.

[0010] Moreover, the method of determining the coefficient of color processing as JP,2-289367,A using the technique guessed are statistical from the data pair of the live data of two or more input signals and the live data of the output signal corresponding to it is proposed. However, it is expected that there is a problem that the continuity of the forecast in the boundary of subspace is not secured though description of interpolating and concreteness being missing only by being described by the language of \*\*, and there being the same problem as above-mentioned JP,2-226870,A, or dividing into subspace to the smoothing feature which divides the contents into subspace and which is made to correlate is contained.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] How to have made this invention in view of the situation mentioned above, process the live data of I/O of a color I/O device statistically, and predict color transfer characteristics, Namely, the method of predicting the output signal over the input signal of arbitration and the method of predicting the input signal over the output signal of arbitration, Or it aims at offering a method with the following features in a concrete form as a method of predicting a part of remaining input signals from a part of the output signal and input signal of arbitration.

1. It is a method independent of the class (physical characteristic) of equipment.

2. It is the method which has a smoothing feature on the assumption that the live data of I/O contain the noise.
3. Even when the dimension of an input signal is four dimensions, treat on a par with the case of a three dimension.
4. Predictability is high.
5. The continuity of a forecast should be secured.
6. There needs to be extrapolation capacity.
7. As compared with the method using the conventional neural network, the time amount of prediction is short.

[0012]

[Means for Solving the Problem] This invention ties up relation of an input signal and an output signal of a color picture input unit or a color picture output unit with a matrix so that it may become linear relation including a constant term, and it determines a component of this matrix from a data pair of live data of two or more input signals, and live data of an output signal corresponding to it. At this time, an input signal is made into a forecast-ed, an output signal is made into a forecast, and a component of a matrix can be determined if it is made for the square sum of an output forecast calculated using a matrix from live data of an input signal and a value which carried out weighting to difference for every signal component with two or more output live data corresponding to it by coefficient of weighting of forecast-ed dependence to become min. Moreover, what is necessary is just to determine a component of a matrix, a coefficient of weighting, and a forecast by the successive approximation method so that the square sum of a value which carried out weighting to difference for every signal component of an output forecast and output live data by coefficient of weighting may become min in using a coefficient of component dependence of a matrix with forecast-ed dependence as a coefficient of weighting.

[0013] An output signal is made into a forecast-ed and an input signal is made into a forecast. An output signal and some input signals Or a forecast-ed, So that the square sum of a value which made the remaining input signals a forecast and carried out weighting to difference for every signal component of an output forecast calculated using this matrix from live data of an input signal and two or more output live data corresponding to it by coefficient of weighting of forecast dependence may become min A component of a matrix, a coefficient of weighting, and a forecast can be determined by the successive approximation method. In this case, a coefficient of component dependence of a matrix may be used with forecast-ed dependence as a coefficient of weighting.

[0014] Moreover, in any case, precision may be raised, using as a component a data precision function calculated from an interrelation of an output forecast beforehand predicted to live data of each input signal as a coefficient of weighting, and live data of an output signal.

[0015]

[Embodiment of the Invention] About the gestalt of operation of the 1st of the color transfer-characteristics prediction method of this invention, general explanation is performed first. Although an input signal explains here using (7) types from (1) type which takes for an example the case where an output signal is a three dimension in a three dimension or four dimensions, and is shown below, the number of dimension of an I/O signal is not necessarily limited to these, and is the same at other number of dimensions. (1) By the three dimension, as for a formula and (6) types, the input signal corresponds, when an output signal is a three dimension, (2) types and (7) types correspond, when an input signal is four dimensions, and in both cases, (3) types correspond.

[0016]

[Equation 1]

$$\begin{pmatrix} y'_{1i} \\ y'_{2i} \\ y'_{3i} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} & m_{34} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{1i} \\ x_{2i} \\ x_{3i} \\ 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

但し、 $i = 1 \sim n$

$$\begin{pmatrix} y'_{1i} \\ y'_{2i} \\ y'_{3i} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} & m_{15} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} & m_{25} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} & m_{34} & m_{35} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{1i} \\ x_{2i} \\ x_{3i} \\ x_{4i} \\ 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

但し、 $i = 1 \sim n$

[Equation 2]

$$E_j = \sum_{i=1}^n (W_{ij}^2 ((y'_{1i} - y_{1i})^2 + (y'_{2i} - y_{2i})^2 + (y'_{3i} - y_{3i})^2)) \quad (3)$$

$$= \sum_{i=1}^n (W_{ij}^2 (y'_{1i} - y_{1i})^2) + \sum_{i=1}^n (W_{ij}^2 (y'_{2i} - y_{2i})^2) + \sum_{i=1}^n (W_{ij}^2 (y'_{3i} - y_{3i})^2) \quad (4)$$

$$E'_j = \sum_{i=1}^n (W_{ij}^2 ((k_1(y'_{1i} - y_{1i}))^2 + (k_2(y'_{2i} - y_{2i}))^2 + (k_3(y'_{3i} - y_{3i}))^2)) \quad (5)$$

[Equation 3]

$$\begin{pmatrix} y_{1j} \\ y_{2j} \\ y_{3j} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} & m_{34} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{1j} \\ x_{2j} \\ x_{3j} \\ 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

$$\begin{pmatrix} y_{1j} \\ y_{2j} \\ y_{3j} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} & m_{15} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} & m_{25} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} & m_{34} & m_{35} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{1j} \\ x_{2j} \\ x_{3j} \\ x_{4j} \\ 1 \end{pmatrix} \quad (7)$$

[0017] (1) type and (2) types First, the live data ( $x_{1i}$ ,  $x_{2i}$ ,  $x_{3i}$ ) of the input signal of an n-tuple, or ( $x_{1i}$ ,  $x_{2i}$ ,  $x_{3i}$ ,  $x_{4i}$ )  $i = 1 \sim n$ , connecting with a matrix is shown so that it may become the relation of linearity including a constant term about the forecast ( $y'_{1i}$ ,  $y'_{2i}$ , and  $y'_{3i} \dots$ ),  $i = 1 \sim n$ , and it has become each

component of a matrix of  $m11$ ,  $m12$ , and ...

[0018] The following (3) types are the square sum  $E_j$  of the Euclidean distance of the output forecast calculated using the matrix shown in (1) type or (2) types from the live data of two or more input signals, and two or more output live data corresponding to the live data of the input signal by which weighting was carried out. It is shown. here -- (-- y -- one -- i -- ' -- y -- two -- i -- ' -- y -- three -- i -- ' --) -- i -- = -- one - n -- (1) -- the live data ( $x1i$ ,  $x2i$ ,  $x3i$ ) of the input signal of an  $n$ -tuple shown by the formula or (2) formulas -- or ( $x1i$ ,  $x2i$ ,  $x3i$ ,  $x4i$ ) It is the output forecast calculated using the matrix from  $i=1-n$ . ( $y1i$ ,  $y2i$ ,  $y3i$ ), and  $i=1-n$  It is live data of the output signal of the  $n$ -tuple corresponding to  $i=1-n$ . ( $x1i$ ,  $x2i$ ,  $x3i$ ) Or ( $x1i$ ,  $x2i$ ,  $x3i$ ,  $x4i$ )  $W_{ij}$ ,  $i=1-n$  It is the coefficient of weighting to the output forecast calculated using the matrix shown in (1) type or (2) types from the live data of these input signals, and the Euclidean distance between the live data of an output signal.

[0019] (6) As for the formula, how an input signal calculates a forecast from the forecast-ed of arbitration in case an output signal is a three dimension in a three dimension is shown, and  $m11$ ,  $m12$ , and ... are each component of the same matrix as (1) type. When a forecast-ed is an input signal ( $x1j$ ,  $x2j$ ,  $x3j$ ), the output signal ( $y1j$ ,  $y2j$ ,  $y3j$ ) which is a forecast easily can be searched for by substituting for (6) types. When a forecast-ed is an output signal ( $y1j$ ,  $y2j$ ,  $y3j$ ), the input signal ( $x1j$ ,  $x2j$ ,  $x3j$ ) which is a forecast by solution Lycium chinense about (6) types at reverse can be searched for similarly.

[0020] (7) How, as for a formula, an input signal calculates a forecast in case an output signal is a three dimension in four dimensions is shown, and  $m11$ ,  $m12$ , and ... are each component of the same matrix as (2) types. When a forecast-ed is an input signal ( $x1j$ ,  $x2j$ ,  $x3j$ ,  $x4j$ ), the output signal ( $y1j$ ,  $y2j$ ,  $y3j$ ) which is a forecast easily can be searched for by substituting for (7) types. the input signal which is an input signal which it specifies as the part, for example, ( $x4j$ ), the forecast-ed, of an input signal, and (7) types are solved conversely, and is the remaining forecast since (7) types are not made as for solution Lycium chinense to reverse when a forecast-ed is an output signal ( $y1j$ ,  $y2j$ ,  $y3j$ ) -- for example, ( $x1j$ ,  $x2j$ ,  $x3j$ ), it can ask.

[0021] Thus, even when the dimension of an input signal is four dimensions, it can treat on a par with the case of a three dimension. Of course, irrespective of a number of dimension, it can predict and the application range is wide. Moreover, since input / output relation is tied up with comparatively simple linear relation, extrapolation capacity is strong, even if the live-data pair of I/O does not cover the whole region of an I/O color space, in the whole region of an I/O color space, it is usable, and it can be used also for the property prediction besides the color gamut of an I/O color space.

[0022] By using the well-known method called the least square method, when the coefficient  $W_{ij}$  of weighting,  $i=1-n$  have become settled, it is  $E_j$ . It can ask for each components  $m11$  and  $m12$  of a matrix, and ... on conditions which are made into min. However, since it is not uniquely decided when dependent on the input value the coefficient  $W_{ij}$  of the aforementioned weighting,  $i=1-n$  whose  $n$  are the components or forecasts of a matrix, it is  $E_j$  of (3) types. Under the conditions of considering as min, the coefficient  $W_{ij}$  of weighting, the components  $m11$  and  $m12$  of  $i=1-n$ , and a matrix, and the optimum value of ... and a forecast are determined using the technique of successive approximations.

[0023] In addition,  $E_j$  Since it can decompose into the sum of a positive component about each signal component of output signal space as shown in (4) types which transformed (3) types, considering as min is equivalent to it being independent and making into min the amount decomposed into each signal component. the difference of two or more output live data corresponding to the output forecast and it which asked for the following (5) types using the matrix from the live data of two or more input signals -- every signal component -- constant twice -- square sum  $E_j'$  of the distance by which weighting was carried out to the value carried out is shown. The method of this invention can completely be similarly applied, when making  $E_j'$  as shown in (5) types into min.

[0024] moreover, the input space where the coefficient  $W_{ij}$  of weighting standardized the difference for every signal component with the live data of the input signal of a forecast-ed or a forecast, and an input signal -- difference -- with the monotonically decreasing function  $F_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization input signal space for which it asks from a component the monotonically decreasing function  $G_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization output signal space for which it

standardizes and asks after changing into the component of the output space which considered sensitivity using the component of this matrix by the difference for every signal component with the live data of the input signal of a forecast-ed or a forecast, and an input signal -- since -- it constitutes. Thus, by constituting the coefficient  $W_{ij}$  of weighting by the monotonically decreasing function of Euclidean distance, about live data with the large difference of distance, weight can be made small, effect can be lessened, weight can be enlarged about live data with the small difference of distance, and it can treat as important data. Moreover, since these function configurations are monotonically decreasing functions, the continuity of a forecast is secured theoretically, and the coefficient of color processing of a color picture I/O device can be decided without caring about the discontinuity between parts.

[0025] An output signal takes for an example the case where an input signal is a three dimension in a three dimension or four dimensions about this, and explains using (12) types from (8) types shown below. (8) A formula and (10) types correspond, when an input signal is a three dimension, when an input signal is [ the output signal of (9) types and (11) types ] a three dimension in four dimensions, correspond, and in both cases, (12) types correspond.

[0026]

[Equation 4]



$$W_{1ij} = F_{ij}(((x_{1i} - x_{1j})/x_{10})^2 + ((x_{2i} - x_{2j})/x_{20})^2 + ((x_{3i} - x_{3j})/x_{30})^2) \quad (8)$$

$$W_{1ij} = F_{ij}(((x_{1i} - x_{1j})/x_{10})^2 + ((x_{2i} - x_{2j})/x_{20})^2 + ((x_{3i} - x_{3j})/x_{30})^2 + ((x_{4i} - x_{4j})/x_{40})^2) \quad (9)$$

$$\begin{aligned} W_{2ij} = & G_{ij}(((m_{11}(x_{1i} - x_{1j}))^2 + (m_{12}(x_{2i} - x_{2j})))^2 \\ & + (m_{13}(x_{3i} - x_{3j}))^2)/(y_{10})^2 \\ & + ((m_{21}(x_{1i} - x_{1j}))^2 + (m_{22}(x_{2i} - x_{2j})))^2 \\ & + (m_{23}(x_{3i} - x_{3j}))^2)/(y_{20})^2 \\ & + ((m_{31}(x_{1i} - x_{1j}))^2 + (m_{32}(x_{2i} - x_{2j})))^2 \\ & + (m_{33}(x_{3i} - x_{3j}))^2)/(y_{30})^2) \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} W_{2ij} = & G_{ij}(((m_{11}(x_{1i} - x_{1j}))^2 + (m_{12}(x_{2i} - x_{2j})))^2 \\ & + (m_{13}(x_{3i} - x_{3j}))^2 + (m_{14}(x_{4i} - x_{4j}))^2)/(y_{10})^2 \\ & + ((m_{21}(x_{1i} - x_{1j}))^2 + (m_{22}(x_{2i} - x_{2j})))^2 \\ & + (m_{23}(x_{3i} - x_{3j}))^2 + (m_{24}(x_{4i} - x_{4j}))^2)/(y_{20})^2 \\ & + ((m_{31}(x_{1i} - x_{1j}))^2 + (m_{32}(x_{2i} - x_{2j})))^2 \\ & + (m_{33}(x_{3i} - x_{3j}))^2 + (m_{34}(x_{4i} - x_{4j}))^2)/(y_{30})^2) \end{aligned} \quad (11)$$

$$W_{12ij} = H(W_{1ij}, W_{2ij}) \quad (12)$$

[0027] first, the input space which standardized the difference for every signal component of the input signal of the forecast-ed or forecast (8) types and whose (9) types are the elements of the coefficient of weighting, and live data -- difference -- the monotonically decreasing function of the Euclidean distance in the standardization input signal space for which it asks from a component is shown. Here (x<sub>1j</sub>, x<sub>2j</sub>, x<sub>3j</sub>) (x<sub>1j</sub>, x<sub>2j</sub>, x<sub>3j</sub>, x<sub>4j</sub>) Or the input signal of a forecast-ed or a forecast, (x<sub>1i</sub>, x<sub>2i</sub>, x<sub>3i</sub>) Or (x<sub>1i</sub>, x<sub>2i</sub>, x<sub>3i</sub>, x<sub>4i</sub>) the live data of an input signal or (x<sub>10</sub>, x<sub>20</sub>, x<sub>30</sub>) (x<sub>10</sub>, x<sub>20</sub>, x<sub>30</sub>, x<sub>40</sub>) the constant of standardization of input signal space, and F<sub>ij</sub> are monotonically decreasing functions. By (8) formulas, for example, the difference for every signal component with the live data (x<sub>1i</sub>, x<sub>2i</sub>, x<sub>3i</sub>) of the input signal (x<sub>1j</sub>, x<sub>2j</sub>, x<sub>3j</sub>) of a forecast-ed or a forecast, and an input signal (x<sub>1i</sub>-x<sub>1j</sub>), It asks for (x<sub>2i</sub>-x<sub>2j</sub>) and (x<sub>3i</sub>-x<sub>3j</sub>), standardizes by the constant (x<sub>10</sub>, x<sub>20</sub>, x<sub>30</sub>) of standardization of this, and carries out to (x<sub>1i</sub>-x<sub>1j</sub>) / x<sub>10</sub>, (x<sub>2i</sub>-x<sub>2j</sub>) / x<sub>20</sub>, and (x<sub>3i</sub>-x<sub>3j</sub>) / x<sub>30</sub>. These square sums are made into the parameter of a monotonically decreasing function F<sub>ij</sub>.

[0028] Next, (10) types and (11) types show the monotonically decreasing function of the Euclidean distance in the standardization output signal space for which it standardizes and asks, after changing the

difference for every signal component with the live data of the input signal of a forecast-ed or a forecast, and an input signal into the component of the output space which considered sensitivity using the component of this matrix. The input signal of here, a forecast-ed, or a forecast,  $(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i})$  Or  $(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}, x_{4i})$  the component of the matrix of the above-mentioned [ the live data of an input signal  $m_{11}$  and  $m_{12}$ , and ... ], the constant of standardization of  $(y_{10}, y_{20}, y_{30})$  of output signal space, and  $G_{ij}$  are monotonically decreasing functions. After hanging the component of the difference for every signal component with the live data of the input signal of a forecast-ed or a forecast, and an input signal and matrix by changing into the component of the output space which considered sensitivity here and carrying out a square for every signal component, compared with the method of meaning taking the sum, taking the sum, without carrying out a square, and changing into the Euclidean distance of the usual output space, the difference is large. When taking the sum, without carrying out a square, even if an absolute value is large, depending on the sign of each item, the sum may become small. (10) The absolute value of each term can be considered as sensitivity by carrying out a square like a formula and (11) types.

[0029] For example, (10) types ask for the difference  $(x_{1i}-x_{1j})$  for every signal component with the live data  $(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i})$  of the input signal  $(x_{1j}, x_{2j}, x_{3j})$  of a forecast-ed or a forecast, and an input signal,  $(x_{2i}-x_{2j})$ , and  $(x_{3i}-x_{3j})$ . Although it is convertible for the component of output space by imposing a matrix on this, the sum is taken after hanging and carrying out the square of the component of a matrix as mentioned above here. that is  $(m_{11}(x_{1i}-x_{1j}))^2 + (m_{12}(x_{2i}-x_{2j}))^2 + (m_{21}(x_{1i}-x_{1j}))^2 + (m_{22}(x_{2i}-x_{2j}))^2 + (m_{23}(x_{3i}-x_{3j}))^2 + (m_{31}(x_{1i}-x_{1j}))^2 + (m_{32}(x_{2i}-x_{2j}))^2 + (m_{33}(x_{3i}-x_{3j}))^2$  It asks. Using the constant  $(y_{10}, y_{20}, y_{30})$  of standardization, the division of these is done, they are standardized, are added by  $2, 2(x_{20})$ , and  $2(x_{30})$ , respectively  $(y_{10})$ , and it is considering as the parameter of a monotonically decreasing function  $G_{ij}$ .

[0030] Next, it is shown that (12) types compound two above-mentioned monotonically decreasing functions, and create the coefficient of weighting. Here, it is necessary to compound the method of compounding for example, so that the feature that two functions which are the element are monotonically decreasing functions of each Euclidean distance may not be broken down, and an operation like the sum or a product can be used for it.

[0031] Thus,  $W_{12ij}$  calculated by (12) formulas is the coefficient  $W_{ij}$  of weighting of (3) types.  $E_j$  shown in (3) types with the least square method using the coefficient  $W_{ij}$  of this weighting It asks for the components  $m_{11}$  and  $m_{12}$  of the matrix made into min, and ... And a forecast is calculated using the matrix which consists of components  $m_{11}$  and  $m_{12}$  of the matrix searched for, and ... Furthermore, if needed, the coefficient of weighting is again calculated using this calculated forecast, and it is  $E_j$ . It asks for the components  $m_{11}$  and  $m_{12}$  of the matrix made into min, and ..., and a forecast is re-calculated using this. By repeating such processing, it can converge and a forecast can obtain a desired forecast.

[0032] Drawing 1 is a flow chart which shows an example of the actuation in the gestalt of operation of the 1st of the color transfer-characteristics prediction method of this invention. The live data  $(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i})$  of the input signal of the n-tuple which first was stated by (1) - (3) formula [ two or more sets of live-data pairs of an I/O device which want to actually predict a property at the I/O live-data pair preparation production process of S11, i.e., the above-mentioned, ], and  $i=1-n$ , The live data  $(y_{1i}, y_{2i}, y_{3i})$  of the output signal of the n-tuple corresponding to it,  $i=1-n$  are prepared. As the example, in the case of a color scanner, the various color patches which have measured the color beforehand are made to read, the RGB value of an output is measured, and it is the chromaticity coordinate of an input, for example,  $L^* a^* b^*$ . It is equivalent to preparing a live-data pair with the RGB value of an output. Moreover, in a display, it is the RGB value of an input and the color coordinate of an output, for example,  $L^* a^* b^*$ , by displaying a color patch in the various combination of the RGB value of an input, and measuring the color. It is equivalent to preparing a live-data pair. It is YMCK% of an input and the chromaticity coordinate of an output, for example,  $L^* a^* b^*$ , by outputting a color patch in input [ YMCK% of ] various combination in the case of 4 color color printer, and measuring the color to a pan. It is equivalent to preparing a live-data pair.

[0033] Next, at the forecast-ed preparation production process of S12, when the forecast-ed stated by the

above-mentioned (6) types and (7) formulas, i.e., a forecast-ed, is an input signal, (x1j, x2j, x3j) Or when a forecast-ed is an output signal about (x1j, x2j, x3j, x4j) again, only a required number prepares (y1j, y2j, y3j) or (y1j, y2j, y3j), and (x4j).

[0034] Next, the initial value of the coefficient Wij of weighting of an n-tuple shown by (3) formulas is computed at the initial value calculation production process of the coefficient of weighting of S13. It is important for initial value to make it the value possible nearest to the value finally determined by the successive approximation method in order to bring convergence forward. for example, the input space which standardized the difference for every signal component of the live data of the forecast-ed input signal shown in (8) types and (9) types, and an input signal when a forecast-ed was an input signal -- difference -- weight W1ij of the monotonically decreasing function Fij of the Euclidean distance in the standardization input signal space for which it asks from a component It uses. The monotonically decreasing function Gij shown in (10) types and (11) types since the component of a matrix was not determined in this phase does not use, but is weight W1ij. It considers as initial value.

[0035] Output space is substituted when a forecast-ed is an output signal. the output space which standardized the difference for every signal component with the live data of the forecast-ed output signal shown in (13) types shown below when an input was a three dimension -- difference -- weight W2ij' of the monotonically decreasing function Gij of the Euclidean distance in the standardization input signal space for which it asks from a component is used. moreover -- an input -- four -- a dimension -- it is -- a case -- (-- 13 --) -- a formula -- having been shown -- weight -- W -- two -- ij -- ' -- (-- 14 --) -- a formula -- having been shown -- an input -- space -- one -- a \*\* -- difference -- a component -- having standardized -- an input signal -- space -- it can set -- distance -- a monotonically decreasing function -- Gij -- depending -- weight -- W -- two -- ij -- ' -- (--

[0036]

[Equation 5]

$$W'_{2ij} = G_{ij}(((y_{1i} - y_{1j})/y_{10})^2 + ((y_{2i} - y_{2j})/y_{20})^2 + ((y_{3i} - y_{3j})/y_{30})^2) \quad (13)$$

$$W'_{1ij} = F_{ij}(((x_{4i} - x_{4j})/x_{40})^2) \quad (14)$$

$$W'_{12ij} = H(W'_{1ij}, W'_{2ij}) \quad (15)$$

[0037] Next, the square sum Ej of the Euclidean distance by which weighting of two or more output live data corresponding to it was carried out to the output forecast calculated at the component calculation production process of the matrix of S14 using the matrix from the live data of two or more input signals shown by (3) formulas The least square method is used for the basis of the conditions of making it min, and each components m11 and m12 of a matrix and ... are computed for a while. The coefficient Wij of weighting used here is the weight decided at the initial value calculation production process of the coefficient of weighting of S13.

[0038] Next, a forecast is computed for a while from a forecast-ed at the forecast calculation production process of S15 using (6) types or (7) types. A forecast-ed An input signal (x1j, x2j, x3j) In (x1j, x2j, x3j, x4j), or (y1j, y2j, y3j) a forecast-ed -- an output signal (y1j, y2j, y3j) -- with or (y1j, y2j, y3j), when it is (x4j), it asks for (x1j, x2j, x3j) using each components m11 and m12 of the matrix searched for at the component calculation production process of the matrix of S14, and ...

[0039] At the re-calculation production process of the coefficient of weighting of S16, next, (8) types or (9) types, the input space which standardized the difference for every signal component with the live data of the input signal of a forecast-ed or a forecast, and an input signal -- difference -- weight W1ij of the monotonically decreasing function Fij of the Euclidean distance in the standardization input signal

space for which it asks from a component (10) A formula or (11) types, weight  $W_{2ij}$  of the monotonically decreasing function  $G_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization output signal space for which it standardizes and asks after changing into the component of the output space which considered sensitivity using the component of the matrix by the difference for every signal component with the live data of the input signal of a forecast-ed or a forecast, and an input signal (12) -- the composite function  $H$  of a formula -- compounding -- the base of an  $n$ -tuple -- weight  $W_{12ij}$  is again calculated to a data pair.

[0040] Next, the square sum  $E_j$  of the Euclidean distance by which weighting of two or more output live data corresponding to it was carried out to the output forecast calculated at the component calculation production process of the matrix of S17 using the matrix from the live data of two or more input signals shown by (3) formulas The least square method is used for the basis of the conditions of making it min, and each components  $m_{11}$  and  $m_{12}$  of a matrix and ... are computed again.

[0041] Next, a forecast is again computed from a forecast-ed at the forecast re-calculation production process of S18 using (6) types or (7) types. a forecast-ed -- an input signal ( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ ) -- or ( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ ,  $x_{4j}$ ) -- it is -- a case ( $y_{1j}$ ,  $y_{2j}$ ,  $y_{3j}$ ) a forecast-ed -- an output signal ( $y_{1j}$ ,  $y_{2j}$ ,  $y_{3j}$ ) -- with or ( $y_{1j}$ ,  $y_{2j}$ ,  $y_{3j}$ ), when it is ( $x_{4j}$ ), it asks for ( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ ) using each components  $m_{11}$  and  $m_{12}$  of the matrix searched for at the component re-calculation production process of the matrix of S17, and ...

[0042] Next, it judges whether at the convergence test production process of the forecast of S19, the forecast calculated at the forecast re-calculation production process of S18 was compared with the forecast calculated at the forecast calculation production process of S15, or the forecast re-calculation production process of S18 of 1 time ago, and it was completed by the forecast. As the method of a judgment, it asks for the difference between this forecast and a previous forecast for every component, and when the absolute value is smaller than the threshold for every component set up beforehand, it can judge with converging, for example. Or when the Euclidean distance between this forecast and a previous forecast is smaller than the threshold set up beforehand, it can also judge with converging. Here, if it judges with not progressing and converging on the prediction termination judging production process of S22 by making into a final forecast the forecast calculated at the forecast re-calculation production process of S18 this time if it judges with converging, it will progress to the re-calculation judging production process of the forecast of S20.

[0043] The re-calculation judging production process of the forecast of S20 is a production process which judges whether the convergence direction of a forecast and the count of convergence count are investigated, and convergence count is made to perform further. When not emitting and converging according to this production process around extremal value with a forecast, he is trying not to lapse into the count loop of an infinity time. For example, when this production process is the 1st time, it judges with re-calculating a forecast unconditionally, and judges with 2nd henceforth re-calculating a forecast, when investigating the relation between a forecast and the forecast of 1 time ago, and the relation between the forecast of 1 time ago, and the forecast of 2 times ago for every component and having shifted in the same direction. What is necessary is just to judge with not re-calculating, since it does not emit and converge, when the count was counted when having shifted in the different direction, it judges with re-calculating when it is below the threshold that counted value set up beforehand, and a threshold is exceeded. Here, if it judges with re-calculating a forecast, it will progress to the re-calculation production process of the coefficient of weighting of S16, and if it judges that convergence count does not perform a repeat and a re-calculation, it will progress to the forecast terminal decision production process of S21.

[0044] The forecast terminal decision production process of S21 is a production process which determines the value most appropriate for it as a final forecast, when not emitting and converging around extremal value with a forecast. The value most appropriate for it is determined as a final forecast -- memorize the forecast which re-calculated, for example, take the average of the total forecast after beginning emission, or with a forecast and a forecast [ 1st ] difference chooses the smallest forecast.

[0045] The following prediction termination judging production process of S22 is a production process a forecast judges whether calculation was completed or not about all forecasts-ed to be, in not ending, it

returns to the initial value calculation production process of the coefficient of weighting of S13, and, in a repeat and termination, all color transfer-characteristics prediction processings of a color picture I/O device end prediction about the following forecast-ed.

[0046] Next, the gestalt of operation of the 2nd of the color transfer-characteristics prediction method of this invention is explained. With the gestalt of this 2nd operation, as a coefficient  $W_{ij}$  of weighting of (3) types the input space which standardized the difference for every signal component with the live data of the input signal of the forecast-ed or forecast used with the gestalt of the 1st operation of a \*\*\*\*, and an input signal -- difference -- with the monotonically decreasing function  $F_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization input signal space for which it asked from the component Besides the monotonically decreasing function  $G_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization output signal space which was standardized after changing into the component of the output space which considered sensitivity using the component of this matrix by the difference for every signal component with the live data of the input signal of a forecast-ed or a forecast, and an input signal and for which it asked Data precision function  $J_i$  The example to be used is shown. This data precision function  $J_i$  They are the two above-mentioned kinds of weight  $W_{1ij}(s)$  to the live data of an input signal.  $W_{2ij}$  It is the function calculated from the interrelation of the output forecast used and predicted and the live data of an output signal, and the probability containing a noise of each live-data pair is expressed.

[0047] the input space which standardized the difference for every signal component with the live data of the input signal of a forecast-ed or a forecast here -- difference -- with the monotonically decreasing function  $F_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization input signal space for which it asked from the component The monotonically decreasing function  $G_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization output signal space which was standardized after changing into the component of the output space which considered sensitivity using the component of this matrix by the difference for every signal component with the live data of the input signal of a forecast-ed or a forecast and an input signal and for which it asked data precision function  $J_i$  calculated from the interrelation of the output forecast predicted to the live data of an input signal using two kinds of such weight, and the live data of an output signal since it is the same as what was shown with the gestalt of the 1st operation of a \*\*\*\* The case where an output signal is a three dimension is taken for an example. \*\*\*\*\* -- It explains using (23) types from (16) types shown below.

[0048]

[Equation 6]

$$\Delta y_{i1} = y'_{i1} - y_{i1} \quad (16)$$

$$\Delta y_{i2} = y'_{i2} - y_{i2} \quad (17)$$

$$\Delta y_{i3} = y'_{i3} - y_{i3} \quad (18)$$

$$\Delta y_{is1} = \left( \sum_{k=1}^n (V_k (y'_{1k} - y_{1k})) \right) / \left( \sum_{k=1}^n (V_k) \right) \quad (19)$$

但し、 $k$ は  $i$  以外

$$\Delta y_{is2} = \left( \sum_{k=1}^n (V_k (y'_{2k} - y_{2k})) \right) / \left( \sum_{k=1}^n (V_k) \right) \quad (20)$$

但し、 $k$ は  $i$  以外

$$\Delta y_{is3} = \left( \sum_{k=1}^n (V_k (y'_{3k} - y_{3k})) \right) / \left( \sum_{k=1}^n (V_k) \right) \quad (21)$$

但し、 $k$ は  $i$  以外

$$W_{3i} = J_i(I_{i1}(\Delta y_{i1}, \Delta y_{is1}), I_{i2}(\Delta y_{i2}, \Delta y_{is2}), I_{i3}(\Delta y_{i3}, \Delta y_{is3})) \quad (22)$$

$$W_{123ij} = H(W_{1ij}, W_{2ij}, W_{3i}) \quad (23)$$

[0049] (16) the differential factor of the output forecast in a live-data pair, and \*\*\*\*\* data (18) types show the differential factor of the output forecast ( $y'_{i1}$ , and  $y'_{i2}$  and  $y'_{i3}$  -- ') in the  $i$ -th live-data pair, and output live data ( $y_{i1}$ ,  $y_{i2}$ ,  $y_{i3}$ ) from the formula, and excluding [ (19) types to (21) types ] the  $i$ -th live-data pair -- weighting factor  $V_k$  What carried out the weighting average is shown. the input space where weight here standardized the difference for every signal component of the input signal of the  $i$ -th live data, and the input signal of live data other than the  $i$ -th -- difference -- the monotonically decreasing function of the Euclidean distance in the standardization input signal space for which it asks from a component -- then, it is good.

[0050] The following (22) types show the data precision function which the differential factor to (16) to (21) type is made to correspond for every differential factor, and asks for it. data precision function  $J_i$  shown here the difference of the output forecast and output live data about the  $i$ -th live-data pair -- the difference of a weighting average with a direction, the output forecast about the live-data pair of a live-data pair except the live-data pair of magnitude  $**y_{i1}$  of the difference,  $**y_{i2}$ , and 3 or  $i$ -th  $**y_i$ , and output live data -- magnitude  $**y_{is1}$  of a direction and its difference --  $**y_{is2}$  and  $**y_{is3}$  from -- it is the feature to use the functions  $I_{i1}$ ,  $I_{i2}$ , and  $I_{i3}$  which show the probability of a live-data pair which took such a small value that the magnitude of a difference will become large about such a big value that the magnitude of a difference becomes large if both are the same directions if it is a different direction.

[0051] The following (23) types are weight  $W_{1ij}$  which used two monotonically decreasing functions  $F_{ij}$  and  $G_{ij}$ , and  $W_{2ij}$ . Data precision function  $J_i$  Used weight  $W_{3i}$  is compounded with a composite

function  $H$ , and it is coefficient  $W_{123ij}$  of weighting. Creating is shown. Here, the synthetic method that the feature that two monotonically decreasing functions which are the element are monotonically decreasing functions of each Euclidean distance is not broken down, and the synthetic method that the feature that a data precision function shows the probability of a live-data pair is not broken down need to be used for the method of compounding, for example, a synthetic method like the sum or a product can be used for it.

[0052] The flow chart which shows an example of actuation [ in / in drawing 2 / the gestalt of operation of the 2nd of the color transfer-characteristics prediction method of this invention ], and drawing 3 are flow charts which show the details of a data precision function preparation production process. Here the example which enabled it to use a data precision function alternatively is shown, and when not using a data precision function is chosen, it is the same as the gestalt of the 1st operation of a \*\*\*\*. Since the I/O live-data pair preparation production process of S11 is completely the same as that of the case where weight by the data precision function is not used, explanation is omitted. Next, it judges whether at the data precision function weight use judging production process of S23, the coefficient of weighting using a data precision function is used. In not using, it progresses to S12, and processing explained with the gestalt of the 1st operation of a \*\*\*\* is performed. In using the coefficient of weighting using a data precision function, it progresses to the data precision function weight preparation production process of S24.

[0053] The data precision function weight preparation production process of S24 is shown in drawing 3. Hereafter, it explains using drawing 3. At the forecast-ed setting production process of S31, all the input live data prepared at the I/O live-data pair preparation production process of S11 of drawing 2 are set up as a forecast-ed, and the preparations which predict the output value over input live data less than [ S32 ] are made.

[0054] Next, the initial value of the coefficient  $W_{ij}$  of weighting of the  $n$ -tuple stated by (3) formulas is computed at the initial value decision production process of the coefficient of weighting of S32. the input space which standardized the difference for every signal component with the live data of the forecast-ed input signal which showed initial value in (8) types, and an input signal -- difference -- weight  $W_{1ij}$  of the monotonically decreasing function  $F_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization input signal space for which it asks from a component What is necessary is just to use.

[0055] Next, the square sum  $E_j$  of the Euclidean distance by which weighting of two or more output live data corresponding to it was carried out to the output forecast calculated at the component calculation production process of the matrix of S33 using the matrix from the live data of two or more input signals shown by (3) formulas The least square method is used for the basis of the conditions of making it min, and each components  $m_{11}$  and  $m_{12}$  of a matrix and ... are computed for a while. The coefficient  $W_{ij}$  of weighting here is the coefficient  $W_{ij}$  of weighting decided at the initial value calculation production process of the coefficient of weighting of S32.

[0056] Next, a forecast is computed for a while from a forecast-ed at the forecast calculation production process of S34 using (6) types. Since a forecast-ed is an input signal ( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ ), it asks for ( $y_{1j}$ ,  $y_{2j}$ ,  $y_{3j}$ ) using each components  $m_{11}$  and  $m_{12}$  of the matrix searched for at the component calculation production process of the matrix of S33, and ...

[0057] At next, the re-calculation production process of the coefficient of weighting of S35 (8) -- the input space which standardized the difference for every signal component with the live data of the input signal of the forecast-ed shown in a formula, or a forecast, and an input signal -- difference -- weight  $W_{1ij}$  of the monotonically decreasing function  $F_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization input signal space for which it asks from a component (10) It standardizes, after changing the difference for every signal component with the live data of the input signal of the forecast-ed shown in a formula, or a forecast, and an input signal into the component of the output space which considered sensitivity using the component of this matrix. weight  $W_{2ij}$  of the monotonically decreasing function  $G_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization output signal space for which it asks weight  $W_{12ij}$  compounded with the composite function  $H$  shown in (12) types -- the base of an  $n$ -tuple -- it calculates again to a data pair.

[0058] Next, the square sum  $E_j$  of the Euclidean distance by which weighting of two or more output live data corresponding to it was carried out to the output forecast calculated at the component re-calculation production process of the matrix of S36 using the matrix from the live data of two or more input signals shown by (3) formulas. The least square method is used for the basis of the conditions of making it min, and each components  $m_{11}$  and  $m_{12}$  of a matrix and ... are computed again.

[0059] Next, a forecast is again computed from a forecast-ed at the forecast re-calculation production process of S37 using (6) types. Since a forecast-ed is an input signal ( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ ), it asks for ( $y_{1j}$ ,  $y_{2j}$ ,  $y_{3j}$ ) using each components  $m_{11}$  and  $m_{12}$  of the matrix searched for at the component calculation production process of the matrix of S36, and ...

[0060] Next, it judges whether at the convergence test production process of the forecast of S38, the forecast calculated at the forecast re-degree calculation production process of S37 was compared with the forecast calculated at the forecast calculation production process of S34, or the forecast re-calculation production process of S37 of 1 time ago, and it was completed by the forecast. As the method of a judgment, it asks for the difference between this forecast and the last forecast for every component, and when the absolute value is smaller than the threshold for every component set up beforehand, it can judge with converging, for example. Or when the Euclidean distance between this forecast and the last forecast is smaller than the threshold set up beforehand, it can also judge with converging. Here, if it judges with not progressing and converging on the prediction termination judging production process of S41 by making into a final forecast the forecast calculated at the forecast re-calculation production process of S37 if it judges with converging, it will progress to the re-calculation judging production process of the forecast of S39.

[0061] The re-calculation judging production process of the forecast of S39 is a production process which judges whether the convergence direction of a forecast and the count of convergence count are investigated, and convergence count is made to perform further. When not emitting and converging by this processing around extremal value with a forecast, he is trying not to lapse into the count loop of an infinity time. For example, when this production process is the 1st time, it judges with re-calculating a forecast unconditionally, and judges with 2nd henceforth re-calculating a forecast, when investigating the relation between this forecast and the last forecast, and the relation between the last forecast and the forecast before last for every component and having shifted in the same direction. What is necessary is just to judge with not re-calculating, since it does not emit and converge, when the count was counted when having shifted in the different direction, it judges with re-calculating when it is below the threshold that counted value set up beforehand, and a threshold is exceeded. Here, if it judges with re-calculating a forecast, it will progress to the re-calculation production process of the weighting factor of S35, and if it judges that convergence count does not perform a repeat and a re-calculation, it will progress to the forecast terminal decision production process of S40.

[0062] The forecast terminal decision production process of S40 is a production process which determines the value most appropriate for it as a final forecast, when not emitting and converging around extremal value with a forecast. The average of the total forecast after memorizing the forecast which re-calculated, for example, beginning is taken, or difference with this forecast determines the value most appropriate for it by choosing the smallest forecast etc. as a final forecast.

[0063] It is the production process which judges whether calculation of a forecast ended the following prediction termination judging production process of S41 about all forecasts-ed, and in not ending, it returns to the initial value calculation production process of the weighting factor of S32, and, in a repeat and termination, prediction is progressed to the data precision function weight calculation production process of S42 about the following forecast-ed.

[0064] The following data precision function weight calculation production process of S42 is the data precision function  $J_i$  shown in (22) types from (16) types. Data precision function weight  $W_{3i}$  is computed by following. the difference of an output forecast and output live data concerning [ a data precision function ] an object live-data pair -- the magnitude of a direction and its difference -- the difference of a weighting average with the output forecast and output live data about the live-data pair of a live-data pair except an object live-data pair -- from the magnitude of a direction and its difference. It is



the function which took such a small value that the magnitude of a difference will become large about such a big value that the magnitude of a difference becomes large if both are the same directions if it is a different direction and which shows the probability of a live-data pair.

[0065] It is the production process which judges whether the weight calculation by the data precision function ended the following data precision function weight calculation termination judging production process of S43 about all I/O live-data pairs, and in not ending, it returns to the data precision function weight calculation production process of S42, and it repeats the weight calculation by the data precision function about the following I/O live-data pair. In termination, it progresses to the forecast-ed preparation production process of S12 of drawing 2.

[0066] Since the prediction production processes from S12 to S22 of drawing 2 are also almost the same as when [ also when using data precision function weight ] not using, only a different portion adds explanation. At the initial value calculation production process of the coefficient of weighting of S13, the initial value of the weighting factor  $W_{ij}$  of an n-tuple shown by (3) formulas is computed. the input space where the initial value in this case standardized the difference for every signal component with the live data of the forecast-ed input signal shown in (8) types or (9) types, and an input signal when a forecast-ed was an input signal -- difference -- weight  $W_{1ij}$  of the monotonically decreasing function  $F_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization input signal space for which it asks from a component What compounded data precision function weight  $W_{3i}$  by (24) formulas shown below is used. the output space which standardized the difference for every signal component with the live data of the forecast-ed output signal shown in (13) types, and an output signal when a forecast-ed was an output signal and an input was a three dimension -- difference -- what compounded weight  $W_{2ij}$  of the monotonically decreasing function  $G_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization input signal space for which it asks from a component, and data precision function weight  $W_{3i}$  by (25) formulas shown below is used. an input -- four -- a dimension -- it is -- a case -- (-- 13 --) -- a formula -- weight --  $W$  -- two --  $ij$  -- ' -- (-- 14 --) -- a formula -- having been shown -- an input -- space -- one -- a \*\* -- difference -- a component -- having standardized -- an input signal -- space -- it can set -- distance -- a monotonically decreasing function --  $F_{ij}$  -- depending -- weight --  $W$  -- one --  $ij$  -- ' -- data -- precision -- a function -- weight

[0067]

[Equation 7]

$$W'_{13ij} = H(W_{1ij}, W_{3i}) \quad (24)$$

$$W'_{23ij} = H(W_{2ij}, W_{3i}) \quad (25)$$

$$W'_{123ij} = H(W'_{1ij}, W'_{2ij}, W_{3i}) \quad (26)$$

[0068] At the re-calculation production process of the coefficient of weighting of S16 (8) -- the input space which standardized the difference for every signal component with the live data of the input signal of the forecast-ed shown in a formula or (9) types, or a forecast, and an input signal -- difference -- weight  $W_{1ij}$  by the monotonically decreasing function  $F_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization input signal space for which it asks from a component (10) It standardizes, after changing the difference for every signal component with the live data of the input signal of the forecast-ed shown in a formula or (11) types, or a forecast, and an input signal into the component of the output space which considered sensitivity using the component of this matrix. Weight  $W_{2ij}$  by the monotonically decreasing function  $G_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization output signal space for which it asks Data precision function  $J_i$  shown in (22) types Weight  $W_{3i}$  to depend is compounded with the composite function  $H$  of (23) types, and it is weight  $W_{123ij}$  to the live-data pair of

an n-tuple. It calculates again.

[0069] It is also completely the same as when [ also when using data precision function weight ] not using, and prediction in the case of using data precision function weight can be carried out by passing through the prediction production processes from S12 to S22 except S13 and S16 of a more than.

[0070] Next, the gestalt of operation of the 3rd of the color transfer-characteristics prediction method of this invention is explained. the input space standardized by breaking the difference for every signal component with the live data of the input signal of a forecast-ed, and an input signal used with the gestalt of the 1st operation as a coefficient  $W_{ij}$  of weighting of (3) types by the constant for every signal component by the gestalt of this 3rd operation -- difference -- the example only using the monotonically decreasing function  $F_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization input signal space for which it asks from a component is shown.

[0071] here -- -ed -- a forecast -- an input signal -- an input signal -- live data -- a signal component -- every -- a difference -- each -- a component -- every -- that -- a constant -- dividing -- things -- having standardized -- an input -- space -- difference -- a component -- from -- asking -- standardization -- an input signal -- space -- it can set -- Euclidean distance -- a monotonically decreasing function --  $F_{ij}$  -- a \*\*\*\* -- the -- one -- operation -- a gestalt -- having been shown -- (-- eight --) -- a formula -- or Since a monotonically decreasing function  $F_{ij}$  is dependent on the input signal which is a forecast when searching for the input signal which is a forecast corresponding to the output signal of the arbitration which is a forecast-ed, the color transfer-characteristics prediction method becomes completely the same as the method shown in drawing 1 as a coefficient  $W_{ij}$  of weighting of (3) types except using  $W_{ij}$  shown in (8) types or (9) types instead of using  $W_{12ij}$  of (12) types. Therefore, the case where the output signal which is a forecast corresponding to the input signal of the arbitration which is a forecast-ed here is searched for is explained.

[0072] Drawing 4 is a flow chart which shows an example of the actuation in the case of searching for the output signal which is a forecast corresponding to the input signal of the arbitration which is a forecast-ed in the gestalt of operation of the 3rd of the color transfer-characteristics prediction method of this invention. Although it is the I/O live-data pair preparation production process of S51, since this is completely the same as that of the I/O live-data pair preparation production process of S11 shown in drawing 1 at first, explanation is omitted.

[0073] Next, at the forecast-ed preparation production process of S52, since it is the case where a forecast-ed is an input signal, only a required number prepares the input signal ( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ ) or input signal ( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ ,  $x_{4j}$ ) of a forecast-ed stated by above-mentioned (6) types and (7) formulas.

[0074] Next, the coefficient  $W_{ij}$  of weighting of the n-tuple stated by (3) formulas is computed at the calculation production process of the weighting coefficient of S53. the input space which is the case where a forecast-ed is an input signal, and was standardized as a coefficient of weighting by dividing the difference for every signal component with the live data of the input signal of the forecast-ed shown in (8) types or (9) types, and an input signal by the constant for every signal component -- difference -- it can ask uniquely that what is necessary is to ask only for the monotonically decreasing function  $F_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization input signal space for which it asks from a component.

[0075] Next, the square sum  $E_j$  of the Euclidean distance to which weighting of the live data of two or more output signals corresponding to the output forecast and it for which it asked at the component calculation production process of the matrix of S54 using the matrix from the live data of two or more input signals shown by (3) formulas was carried out On the basis of the conditions of making it min, each components  $m_{11}$  and  $m_{12}$  of a matrix and ... are computed using the well-known method of the least square method.

[0076] Next, a forecast is computed from a forecast-ed at the forecast calculation production process of S55 using (6) types or (7) types. Since it is the case where a forecast-ed is an input signal ( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ ) or an input signal ( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ ,  $x_{4j}$ ), an output signal ( $y_{1j}$ ,  $y_{2j}$ ,  $y_{3j}$ ) is searched for using each components  $m_{11}$  and  $m_{12}$  of the matrix searched for at the component calculation production process of the matrix of S54, and ...

[0077] The following prediction termination judging production process of S56 is a production process a

forecast judges whether calculation was completed or not about all forecasts-ed to be, in not ending, it returns to the calculation production process of the weighting coefficient of S53, and it repeats prediction about the following forecast-ed. All color transfer-characteristics prediction of the color picture I/O device in the case of using only a monotonically decreasing function  $F_{ij}$  in termination is ended.

[0078] Since the coefficient of weighting can be uniquely defined when using only a monotonically decreasing function  $F_{ij}$  by the case where the output signal which is a forecast corresponding to the input signal of the arbitration which is a forecast-ed is searched for so that it may understand by the above explanation, predicting without using the successive approximation method is possible.

[0079] Next, the gestalt of operation of the 4th of the color transfer-characteristics prediction method of this invention is explained. With the gestalt of this 4th operation, as a coefficient  $W_{ij}$  of weighting of (3) types the input space standardized by dividing the difference for every signal component with the live data of the input signal of a forecast-ed, and an input signal used with the gestalt of the 1st operation by the constant for every signal component -- difference -- with the monotonically decreasing function  $F_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization input signal space for which it asks from a component Data precision function  $J_i$  used with the gestalt of the 2nd operation The example to be used is shown.

[0080] the input space standardized here by dividing the difference for every signal component with the live data of the input signal of a forecast-ed, and an input signal by the constant for every signal component -- difference -- the monotonically decreasing function  $F_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization input signal space for which it asks from a component It is the same as (8) types or (9) types which were shown with the gestalt of the 1st operation of a \*\*\*\*, and is the data precision function  $J_i$ . It is the same as the (16) type - (22) type shown with the gestalt of the 2nd operation of a \*\*\*\*.

[0081] It is  $W_{1ij}$  shown in (8) types or (9) types instead of  $W_{12ij}$  of (12) types being used for the color transfer-characteristics prediction method as a coefficient  $W_{ij}$  of weighting of (3) types since the monotonically decreasing function  $F_{ij}$  was dependent on the input signal which is a forecast when the input signal which is a forecast corresponding to the output signal of the arbitration which is a forecast-ed was searched for. Except using, it becomes completely the same as the method shown in drawing 2 or drawing 3. Therefore, the case where the output signal which is a forecast corresponding to the input signal of the arbitration which is a forecast-ed here is searched for is explained.

[0082] The flow chart and drawing 6 which show an example of actuation in case drawing 5 searches for the output signal which is a forecast corresponding to the input signal of the arbitration which is a forecast-ed in the gestalt of operation of the 4th of the color transfer-characteristics prediction method of this invention are a flow chart which similarly shows the details of a data precision function preparation production process. Here, the example which enabled it to use a data precision function alternatively is shown, and when not using a data precision function is chosen, it becomes completely the same as the gestalt of the 3rd operation of a \*\*\*\*. Although it is the I/O live-data pair preparation production process of S61 at first, since this is completely the same as that of the I/O live-data pair preparation production process of S11 in drawing 1, explanation is omitted.

[0083] Next, it judges whether at the data precision function weight use judging production process of S62, the weighting coefficient using a data precision function is used. When not using, it progresses to S64, and processing explained with the gestalt of the 3rd operation of a \*\*\*\* is performed. In using the coefficient of weighting using a data precision function, it progresses to the data precision function weight preparation production process of S63. Since the data precision function weight preparation production process of S63 is shown in drawing 6, it explains using drawing 6 below.

[0084] At the forecast-ed setting production process of S71, all the I/O live data prepared at the I/O live-data pair preparation production process of S61 of drawing 5 are set up as a forecast-ed, and the preparations for predicting the output value over I/O live data less than [ S72 ] are made.

[0085] Next, at the decision production process of the coefficient of weighting of S72, the coefficient  $W_{ij}$  of weighting of the n-tuple stated by (3) formulas is computed. the input space which is the case where a forecast-ed is an input signal, and was standardized as a coefficient of weighting by dividing the

difference for every signal component with the live data of the forecast-ed input signal shown in (8) types or (9) types, and an input signal by the constant for every signal component -- difference -- it can set uniquely that what is necessary is to ask only for the monotonically decreasing function  $F_{ij}$  of the Euclidean distance in the standardization input signal space for which it asks from a component.

[0086] Next, the square sum  $E_j$  of the Euclidean distance by which weighting of the live data of two or more output signals corresponding to it was carried out to the output forecast at the component calculation production process of the matrix of S73 using the matrix from the live data of two or more input signals shown by (3) formulas. On the basis of the conditions of making it min, the components  $m_{11}$  and  $m_{12}$  of a matrix and ... are computed using the well-known method of the least square method. The coefficient of weighting here is a coefficient of weighting decided at the calculation production process of the coefficient of weighting of S72.

[0087] Next, at the forecast calculation production process of S74, a forecast is computed from a forecast-ed using (6) types or (7) types. Since a forecast-ed is an input signal ( $x_{1j}$ ,  $x_{2j}$ ,  $x_{3j}$ ), an output signal ( $y_{1j}$ ,  $y_{2j}$ ,  $y_{3j}$ ) is searched for using each components  $m_{11}$  and  $m_{12}$  of the matrix searched for at the component calculation production process of the matrix of S73, and ...

[0088] The following prediction termination judging production process of S75 is a production process a forecast judges whether calculation was completed or not about all forecasts-ed to be. In not ending, it returns to the calculation production process of the coefficient of weighting of S72, and it repeats prediction about the following forecast-ed. In termination, it progresses to the data precision function weight calculation production process of S76.

[0089] The data precision function weight calculation production process of S76 computes data precision function weight according to the data precision function shown in (19) types from (16) types. the difference of the output forecast concerning [ a data precision function ] an object live-data pair and the live data of an output signal -- the magnitude of a direction and its difference -- the difference of a weighting average with the output forecast about the live-data pair of a live-data pair and the live data of an output signal except an object live-data pair -- from the magnitude of a direction and its difference. It is the function which was made to make such a big value that the magnitude of a difference become large if both are the same directions a value smaller if it is a different direction, as the magnitude of a difference will become large and which shows the probability of a live-data pair.

[0090] The following data precision function weight calculation termination production process of S77 is a production process which judges whether the weight calculation by the data precision function was completed about all I/O live-data pairs. In not ending, it returns to the data precision function weight calculation production process of S76, and, in a repeat and termination, calculation of data precision function weight is progressed to the forecast-ed preparation production process of S64 in drawing 5 about the following I/O live-data pair.

[0091] Since it is almost the same and only S64 differs also when data precision function weight is used for the prediction production processes from S64 to S68 of drawing 5, and also when not using, only S64 adds explanation.

[0092] At the calculation production process of the weighting factor of S64, the coefficient  $W_{ij}$  of weighting of the n-tuple stated by (3) formulas is computed. in this case, the input space which standardized the difference for every signal component with the live data of the input signal which is the forecast-ed shown in (8) types or (9) types since a forecast-ed is an input signal, and an input signal -- difference -- it can set uniquely that what is necessary is just to use what compounded the weight of the monotonically decreasing function of Euclidean distance and data precision function weight in the standardization input signal space for which it asks from a component by (24) formulas.

[0093] As mentioned above, except S64 of drawing 5, it is also completely the same as when using data precision function weight and not using, and prediction using data precision function weight can be performed by passing through the prediction production processes from S61 to S68. Since the coefficient of weighting can be uniquely defined when using only a monotonically decreasing function  $F_{ij}$  by the case where the output signal which is a forecast corresponding to the input signal of the arbitration which is a forecast-ed is searched for, even if it is the case where data precision function

weight is used, as it understands by the above explanation, predicting without using the successive approximation method is possible.

[0094] As mentioned above, although four gestalten of operation of this invention were explained, in addition although the combination of the color transfer-characteristics prediction method shown in the data precision function shown in drawing 6 and drawing 2 is also possible, since it is the combination which can be guessed easily, explanation is omitted.

[0095]

[Example] Drawing 7 is the block diagram showing the 1st example of the system which applies the color transfer-characteristics prediction method of this invention. As for a color scanner, and 102-104, 101 are [ a 1-dimensional table and 105 ] the matrix masking sections among drawing. Here, how to be on count and to check the precision of the method of determining the coefficient of color processing using the color transfer-characteristics prediction method of this invention, and its processing is explained, using a color scanner 101 as a color picture input unit.

[0096] In the system shown in drawing 7 , a color scanner 101 reads the given color picture, and outputs the signal of a RGB color space. As for the signal of the RGB color space outputted from a color scanner 101, in the 1-dimensional tables 102-104, color adjustment is performed for every signal component. The purpose of the 1-dimensional tables 102-104 is data of the RGB color space usually proportional to a reflection factor at the following matrix masking section 105  $L^* a^* b^*$  So that conversion precision may become good, when changing into the data of a color space In order to amend the difference in the sensitivity of each sensor of changing into data R'G'B' of another unit which is not a reflection factor, for example, units, such as concentration and lightness, and RGB of a color scanner 101, a color scanner -- 101 -- gray -- inputting -- having had -- the time -- R -- ' -- G -- ' -- B -- ' -- being the same -- a value -- becoming -- as -- conversion -- giving -- things -- it is . uniform-color-space  $L^*$  which is not dependent on equipment in the matrix masking section 105 after changing 1-dimensional table 102-R, G, and B each component of every by 104 -- it changes and outputs to ' $a^*b^*$ '. Uniform-color-space  $L^* a^* b^*$  which measured the color picture made to read with a color scanner 101 with the colorimetry vessel etc. at this time Live data and the data of  $L^*a^*b^*$  color space of the output of the matrix masking section 105 are made in agreement. The color picture data which can reproduce faithfully the color picture given to the color scanner 101 by this will be inputted.

[0097] Drawing 8 is a flow chart which shows an example of the color processing coefficient decision in the 1st example of the system which applies the color transfer-characteristics prediction method of this invention, and check processing. Here, the prediction method which does not use a data precision function and which was explained with the gestalt of the 1st operation shall be used as a prediction process of color transfer characteristics.

[0098] First, a color is beforehand measured at the I/O live-data pair preparation production process of S81, and it is uniform-color-space  $L^* a^* b^*$ . A color scanner 101 is made to read the various color patches which obtained the data which can be set, and the signal in the RGB color space outputted from a color scanner 101 is measured. Thereby, it is uniform-color-space  $L^*a^* b^*$  as live data of an input signal. The live-data pair of data and the live data in the RGB color space of the output of a color scanner 101 can be prepared. As for the color of various color patches, being uniformly distributed in the color space of an input is desirable, and the number usually ranks 100 to 1000th, although it is dependent on the precision of the prediction to desire.

[0099] Since the noise according to causes, such as heterogeneity within the field of a color scanner and a time unstable property, in an output signal the time of reading of a color picture has ridden, it is good to devise so that these noises may be easy to be removed by the smoothing feature which the color property prediction method has. Moreover, the effect of a time unstable property is also good for a RGB value by making the array random at the time of reading of a color patch, making it the effect of the heterogeneity within a field ride on the data of a RGB color space at random, or dividing into a many times scan and extracting the data of a RGB color space to make it ride at random. Furthermore, after also taking the heterogeneity of the color patch itself into consideration, not being made to make small magnitude of the aperture at the time of measurement of a color too much or measuring the data of a

RGB color space, it is still better to devise in quest of the average of the field corresponding to the magnitude of aperture etc.

[0100] Next, the configuration and parameter of the function of weighting at the time of color transfer-characteristics prediction are set up at the weighting function configuration / parameter setup production process of S82. For example, it sets up as a (27) - (29) type showing the function of weighting equivalent to (8), (10), and (12) types below. Here, for ( $L_j$ ,  $a_j$ , and  $b_j$ ), the live data of an input signal, and ( $L_0$ ,  $a_0$  and  $b_0$ ) are [ the input signal of a forecast-ed or a forecast, and ( $L_i$ ,  $a_i$  and  $b_i$ ) ] the constant of standardization of input signal space, the constant of standardization of ( $R_0$ ,  $G_0$ , and  $B_0$ ) of output signal space, and the constant  $p$  decides a function configuration to be.

[0101]

[Equation 8]

$$W_{1ij} = 1 / ( (((L_i - L_j)/L_0)^2 + ((a_i - a_j)/a_0)^2 + ((b_i - b_j)/b_0)^2)^p + 1 ) \quad (27)$$

$$\begin{aligned} W_{2ij} = & 1 / ( (((m_{11}(L_i - L_j))^2 + (m_{12}(a_i - a_j))^2 \\ & + (m_{13}(b_i - b_j))^2) / (R_0)^2 \\ & + ((m_{21}(L_i - L_j))^2 + (m_{22}(a_i - a_j))^2 \\ & + (m_{23}(b_i - b_j))^2) / (G_0)^2 \\ & + ((m_{31}(L_i - L_j))^2 + (m_{32}(a_i - a_j))^2 \\ & + (m_{33}(b_i - b_j))^2) / (B_0)^2)^p + 1 ) \quad (28) \end{aligned}$$

$$W_{12ij} = W_{1ij} + W_{2ij} \quad (29)$$

[0102] The parameter of weighting means ( $L_0$ ,  $a_0$ ,  $b_0$ ), ( $R_0$ ,  $G_0$  and  $B_0$ ), and three kinds of constants of  $p$  here, and the degree of a smoothing feature is adjusted. As it understands in the configuration of a formula, a smoothing feature is a parameter with which ( $L_0$ ,  $a_0$ ,  $b_0$ ), and ( $R_0$ ,  $G_0$  and  $B_0$ ) become weak, so that, as for  $p$ , a value becomes large by a smoothing feature becoming strong, so that a value becomes large. Before these parameters perform prediction, they need to be determined by the degree of the noise of an I/O live-data pair. What is necessary is to strengthen a smoothing feature generally, if a noise is large, and just to weaken a smoothing feature, if a noise is small. However, since the data which usually judges the degree of a noise does not have only an I/O live-data pair and the true value is not necessarily known, a certain degree will be set up experientially.

[0103] For example, the group of a certain parameter is assumed, the output to input live data is predicted, the difference of a forecast and output live data is seen, and there is the method of choosing the group of a certain suitable parameter. In this case, the difference of a forecast and output live data is that by which the error of the anticipation method itself and the error by the noise were compounded, and should just ask for the relation between this difference and the group of an optimal parameter by the simulation etc. beforehand.

[0104] As another example, it is  $L^* a^* b^*$  as a forecast-ed. It is  $L^*$  in the gradation data of a color space,  $a^* = b^* = 0$  [ for example, ]. A forecast-ed which changes little by little is prepared, the group of a certain parameter is assumed, and the data of a RGB color space is predicted. And  $L^*$  The data of the RGB color space of a prediction result to receive is graph-ized, and it judges whether the group of the assumed parameter is sufficient from the configuration. For example, a group of a parameter which the

result follows a live-data pair too much, and gives stronger smoothing since the smoothing feature is too weak when there is much unnatural extremal value is assumed again, and it judges similarly. The group of the optimal parameter can also be set up by repeating this several times.

[0105] Next, two or more forecasts-ed for deciding the coefficient of color processing at the forecast-ed preparation production process of S83 are set up. Although it is dependent on the decision method of the color processing ARUKO rhythm to be used and its coefficient, a setup of this forecast-ed shall determine previously the coefficient of the 1-dimensional tables 102-104 here, and then shall determine the coefficient of the matrix masking section 105. In this case, in order to decide the coefficient of the 1-dimensional tables 102-104, it is  $L^*$  in a gray scale,  $a^* = b^* = 0$  [ i.e., ]. The forecast-ed which is changing equally from zero to 100 is set up. It will be satisfactory, if width of face of the step is made about into 100/256 when using a 8-bit table. Moreover, if it is the premise of wanting to make the color difference small equally in a color space in order to decide the coefficient of the matrix masking section 105, it is  $L^* a^* b^*$ . Lattice point data, for example, the lattice point data of ten gaps, is set up as a forecast-ed. The color may be added as long as there are colors of wanting to make especially the color difference small, such as people's complexion.

[0106] Next, prediction is performed at the forecast calculation production process of S84 about two or more forecasts-ed set up at the forecast-ed preparation production process of S83. Since it is completely the same as that of the method explained by drawing 1 , the method is omitted. The gray scale and  $L^* a^* b^*$  which are a forecast-ed by this The forecast in the RGB color space to lattice point data is obtained.

[0107] Next, a data pair required in order to decide the coefficient of color processing is elected from the data pair of two or more forecasts-ed and a forecast obtained at the production process to S84 at the data election production process for color processing coefficient decision of S85. The criteria of election are whether the close forecast of a RGB color space is in the range treated by color processing of this system. That is, the data of a RGB color space is usually a gray scale and  $L^* a^* b^*$ , although it can express with the unit of a reflection factor. The data which the forecast of the RGB color space of lattice point data has for less than 0 and 100% may be contained. What is necessary is to remove those data and just to elect the data pair to which the close forecast of a RGB color space is in 0 to 100% of range, since those data is unnecessary as data for color processing coefficient decision.

[0108] Next, the coefficient for actual color processing is determined at the color processing coefficient decision production process of S86. First, the coefficient of the 1-dimensional tables 102-104 is determined using the data of a gray scale. Here, the 1-dimensional tables 102-104 shall change the data of the RGB color space proportional to a reflection factor into the data of the R'G'B' color space which makes lightness an unit. The coefficient of the 1-dimensional tables 102-104 corresponding to each signal component of R, G, and B is the value of the forecast of R, or G or B to an axis of ordinate in a horizontal axis  $L^*$ . A value is taken, the data pair of gray scale is plotted, the transform function from a RGB color space to a R'G'B' color space can be defined by approximating with the polygonal line between plots, and it can be determined by quantizing this transform function.

[0109] Next, it is the coefficient of the matrix masking section 105  $L^* a^* b^*$ . It determines using lattice point data.  $L^* a^* b^*$  The forecast of the RGB color space corresponding to lattice point data It changes into the data of a R'G'B' color space using the 1-dimensional tables 102-104 decided previously.  $L^* a^* b^*$  of the color picture inputted by considering the data of the R'G'B' color space as the input of the matrix masking section 105 By calculating the data of a color space recursively as an aim of an output using the least square method The coefficient of the matrix masking section 105 can be determined.

[0110] At the last, the precision of color processing is checked at the color processing check production process of S87.  $L^* a^* b^*$  of a color to check checking the precision of color processing It means investigating what has happened to the data of  $L^* a^* b^*$  color space which is an output after color processing to the data of a color space. Therefore, color  $L^* a^* b^*$  of arbitration to check Consider as a forecast-ed and the data of the RGB color space which is the output of a color scanner 101 is predicted. It is changed into the data of a R'G'B' color space using the 1-dimensional tables 102-104, and it changes into the data of an  $L^* a^* b^*$  color space by the matrix masking section 105 further, and is  $L^* a^* b^*$ .



What is necessary is just to search for the color difference with the data in a color space. It is possible to check the data of the RGB color space of arbitration for the same thing as a starting point. At this time, it is  $L^* a^* b^*$  of the color picture given to a color scanner 101 by making the data of the RGB color space of arbitration into a forecast-ed. What is necessary is to predict the data of a color space and just to search for the color difference of what changed the data of a RGB color space into  $L^* a^* b^*$  using the 1-dimensional tables 102-104 and the matrix king section 105.

[0111] Drawing 9 is the block diagram showing the 2nd example of the system which applies the color transfer-characteristics prediction method of this invention. As for a three-dimension table, and 112-115, 111 are [ a 1-dimensional table and 116 ] color printers among drawing. Here, how to be on count and to check the precision of the method of determining the coefficient of color processing using the color transfer-characteristics prediction method of this invention, and its processing is explained, using a color printer 116 as a color picture output unit.

[0112] In the system shown in drawing 9 , the data of a color picture which should be recorded is given to the three-dimension table 111 as data of  $L^* a^* b^*$  color space. The three-dimension table 111 changes the data of an  $L^* a^* b^*$  color space into the data of the 4-dimensional color space of Y'M'C'K'. In that case, it asks by interpolation processing about the color which is not in a table.  $L^* a^* b^*$  of the color picture recorded by the data of  $L^* a^* b^*$  color space inputted, and the color printer 116 at this time The data in a color space changes so that it may be in agreement if possible.

[0113] The data of the Y'M'C'K' color space outputted from the three-dimension table 111 is inputted into the 1-dimensional tables 112-115 for every component. The 1-dimensional each tables 112-115 adjust each component, and output it to a color printer 116 as data of a YMCK color space. The purpose of these 1-dimensional tables 112-115 is amending the local nonlinearity of the monochrome scale which cannot cope with it on the three-dimension table 111.

[0114] A color printer 116 records the data of the YMCK color space outputted from the 1-dimensional each tables 112-115 on reception, and records a color picture on a record medium-ed.  $L^* a^* b^*$  of the color picture recorded at this time The color picture which reproduced the given color picture data faithfully can be obtained by constituting the coefficient of the three-dimension table 111, and the 1-dimensional table 112 so that the value in a color space and the value in  $L^* a^* b^*$  color space of the color picture data inputted into the three-dimension table 111 may be in agreement.

[0115] Drawing 10 is a flow chart which shows an example of the color processing coefficient decision in the 2nd example of the system which applies the color transfer-characteristics prediction method of this invention, and check processing. Here, as the gestalt of the 2nd operation of a \*\*\*\*\* explained as a prediction process, the prediction method which used the data precision function shall be used.

[0116] First, it is  $L^* a^* b^*$  of the data of the YMCK color space of an input side, and an output side by outputting a color patch in the various combination of the data of a YMCK color space, and measuring the color at the I/O live-data pair preparation production process of S91. A live-data pair with the data of a color space is prepared. Like the case of an above-mentioned color picture input unit, as for the color of various color patches, it is desirable to be uniformly distributed in the color space of an input side, for example, it is ideal to output a color patch in all the combination in every 10% of YMCK etc. However, since a number becomes large too much, even if it thins out using a rectangular table or the data of a YMCK color space changes, it is  $L^* a^* b^*$  of an output side. By thinning out a field where the data of a color space seldom changes, it is practical to output about several 100 to several 1000 color patch. On the contrary, a portion from which the color transfer characteristics of a color printer 116 are changing rapidly may output a color patch at a finer gap. Moreover, it is good to also prepare the device which devises or copes with the heterogeneity of the color patch itself so that these noises may be easy to be removed by the smoothing feature which the color property prediction method has in the case of the output of a color patch, since the noise by the cause of the heterogeneity within the field of a printer and time instability has ridden on the output signal. Since it is the same as that of the case of an above-mentioned color picture input unit, those methods are omitted.

[0117] Next, at the weighting function configuration / parameter setup production process of S92, the configuration and parameter of the function of weighting at the time of color transfer-characteristics



prediction are set up. For example, it sets up like (30) - (39) type showing the weighting function equivalent to (9), (11), and (16) - (23) type below. ( $Y_j$ ,  $M_j$ ,  $C_j$ , and  $K_j$ ) here The input signal of a forecast-ed or a forecast, The constant of standardization [ ( $Y_i$ ,  $M_i$ ,  $C_i$ , and  $K_i$ ) ] of the live data of an input signal, and ( $Y_0$ ,  $M_0$ ,  $C_0$  and  $K_0$ ) of input signal space, The output signal of a forecast-ed or a forecast, and ( $L_i$ ,  $a_i$  and  $b_i$ ) are the constants ( $L_j$ ,  $a_j$ , and  $b_j$ ) decide the live data of an output signal, and the constant of standardization of ( $L_0$ ,  $a_0$ , and  $b_0$ ) of output signal space, and  $p$  decides function configurations to be.

[0118]

[Equation 9]

$$W_{1ij} = 1/((((Y_i - Y_j)/Y_0)^2 + ((M_i - M_j)/M_0)^2 + ((C_i - C_j)/C_0)^2 + ((K_i - K_j)/K_0)^2)^p + 1) \quad (30)$$

$$\begin{aligned} W_{2ij} = & 1/((((m_{11}(Y_i - Y_j))^2 + (m_{12}(M_i - M_j))^2 \\ & + (m_{13}(C_i - C_j))^2 + (m_{14}(K_i - K_j))^2)/(L_0)^2 \\ & + ((m_{21}(Y_i - Y_j))^2 + (m_{22}(M_i - M_j))^2 \\ & + (m_{23}(C_i - C_j))^2 + (m_{24}(K_i - K_j))^2)/(a_0)^2 \\ & + ((m_{31}(Y_i - Y_j))^2 + (m_{32}(M_i - M_j))^2 \\ & + (m_{33}(C_i - C_j))^2 + (m_{34}(K_i - K_j))^2)/(b_0)^2)^p + 1) \end{aligned} \quad (31)$$

[Equation 10]

$$\Delta L_i = L'_i - L_i \quad (32)$$

$$\Delta a_i = a'_i - a_i \quad (33)$$

$$\Delta b_i = b'_i - b_i \quad (34)$$

$$\Delta L_{is} = \left( \sum_{k=1}^n (V_{1ik}(L'_k - L_k)) \right) / \left( \sum_{k=1}^n (V_{1ik}) \right) \quad (35)$$

但し、 $k$ は $i$ 以外

$$\Delta a_{is} = \left( \sum_{k=1}^n (V_{1ik}(a'_k - a_k)) \right) / \left( \sum_{k=1}^n (V_{1ik}) \right) \quad (36)$$

但し、 $k$ は $i$ 以外

$$\Delta b_{is} = \left( \sum_{k=1}^n (V_{1ik}(b'_k - b_k)) \right) / \left( \sum_{k=1}^n (V_{1ik}) \right) \quad (37)$$

但し、 $k$ は $i$ 以外

$$\begin{aligned} W_{3i} = & ( (|(\Delta L_{is} + \Delta L_i)^2 \times \Delta L_{is} \times \Delta L_i|^{1/4} / L_0 \\ & + |(\Delta a_{is} + \Delta a_i)^2 \times \Delta a_{is} \times \Delta a_i|^{1/4} / a_0 \\ & + |(\Delta b_{is} + \Delta b_i)^2 \times \Delta b_{is} \times \Delta b_i|^{1/4} / b_0)^p + 1) \\ & / ( (|(\Delta L_{is} - \Delta L_i)^2 \times \Delta L_{is} \times \Delta L_i|^{1/4} / L_0 \\ & + |(\Delta a_{is} - \Delta a_i)^2 \times \Delta a_{is} \times \Delta a_i|^{1/4} / a_0 \\ & + |(\Delta b_{is} - \Delta b_i)^2 \times \Delta b_{is} \times \Delta b_i|^{1/4} / b_0)^p + 1) \end{aligned} \quad (38)$$

$$W_{123ij} = W_{1ij} \times W_{2ij} \times W_{3i} \quad (39)$$

[0119] The parameter of weighting means (Y0, M0, C0, K0), (L0, a0 and b0), and three kinds of constants of p, and the degree of a smoothing feature is adjusted here. As it understands in the configuration of a formula, a smoothing feature is a parameter with which (Y0, M0, C0, K0), and (L0, a0 and b0) become weak, so that, as for p, a value becomes large by a smoothing feature becoming strong, so that a value becomes large. Before performing prediction, it is determined by the degree of the noise of an I/O live-data pair, but since it is the same as that of the case of an above-mentioned color picture input unit, these parameters omit the method.

[0120] Next, the weight which is equivalent to (16) - (23) type at the data precision function weight preparation production process of S93, i.e., (32) - (39) type, to weight W123ij It calculates. Since it is completely the same as that of the method already explained in drawing 3, the method is omitted here. The data precision function weight to the live-data pair of all I/O is determined by this production process.

[0121] Next, two or more forecasts-ed for deciding the coefficient of color processing at the forecast-ed preparation production process of S94 are set up. Although it is dependent on the decision method of the color processing ARUKO rhythm to be used and its coefficient, a setup of this forecast-ed shall determine previously the coefficient of the 1-dimensional tables 112-115, next shall determine the coefficient of the three-dimension look-up table 111 here. In this case, in order to decide the coefficient of the 1-dimensional tables 112-115 A monochrome scale, i.e., the thing from which Y is changing equally from 0% to 100% at  $M=C=K=0\%$ , That from which K is changing equally from 0% to 100% at that from which C is changing equally from 0% to 100% at that from which M is changing equally from 0% to 100% at  $Y=C=K=0\%$ , and  $Y=M=K=0\%$ , and  $Y=M=C=0\%$  is set up as a forecast-ed. It will be satisfactory, if width of face of the step is made about into 100/256 when using a 8-bit table.

[0122] Moreover,  $L^* a^* b^*$  corresponding to the lattice point of the table in order to decide the coefficient of the three-dimension table 111 % value of the data of a color space and K corresponding to the color is set up as a forecast-ed. Various methods, such as a method of using the maximum \*\*\*\*, are devised, and the setting method of % value of this K is omitted here, although it is also possible to determine this using the prediction method of this invention.

[0123] Next, prediction is performed at the forecast calculation production process of S95 about two or more forecasts-ed set up at the forecast-ed preparation production process of S94. The method is  $L^* a^* b^*$  to the monochrome scale which is a forecast-ed although it omits since it is completely the same as that of the method explained by drawing 2 . The forecast of a color space, and  $L^* a^* b^*$  of the lattice point The forecast of the YMC color space to the data of a color space and % data of K is obtained.

[0124] Next, the coefficient of an actual color processor is determined at the color processing coefficient decision production process of S96. First, the coefficient of the 1-dimensional tables 112-115 is determined using the data of a monochrome scale. The coefficient of the 1-dimensional tables 112-115 corresponding to each component of Y, M, C, and K  $L^* a^* b^*$  which is the forecast of each monochrome scale at a horizontal axis The color difference value over 0% of chromaticity computed from the value of space % value of Y, M, or C or K is taken along an axis of ordinate, the data pair of a monochrome scale is plotted, by approximating with the polygonal line, the transform function from a Y'M'C'K' color space to a YMCK color space can be defined between plots, and it can be determined by quantizing this transform function.

[0125] Next,  $L^* a^* b^*$  corresponding to the lattice point of the three-dimension table 111 for the coefficient of the three-dimension table 111 It determines using the data of a color space. For that purpose, what is necessary is to change into the data of a Y'M'C'K' color space at reverse the 1-dimensional tables 112-115 which determined previously % value of K already determined as % value of the data corresponding to the lattice point of the three-dimension table 111, and the YMC color space for which it asked by prediction by solution Lycium chinense, and just to let the value be the coefficient of the corresponding lattice point.

[0126] However, this method is the fundamental method of using, when the data of  $L^* a^* b^*$  color space of the lattice point of the three-dimension table 111 is in the color gamut which can reproduce a color printer 116. When the data besides that color gamut may be inputted into this system, it is necessary to extend this method. For example, the 1-dimensional tables 112-115 are not created among 0 - 100%. If it creates temporarily in the field which covers all the values of  $L^* a^* b^*$  of the lattice point of the three-dimension table 111 using extrapolation and the same way of determining is adopted using this The data of a Y'M'C'K'Y'M'C'K' including outside of that to which some data of color space exceeds less than 0% or 100%, i.e., color gamut,' color space can be found. Although this value can be made into the coefficient of the final lattice point after that combining the method of storing to 0 - 100%, the technique usually called Gamut compression, it omits for details.

[0127] The precision of color processing is checked at the color processing coefficient check production process of S97 at the last.  $L^* a^* b^*$  outputted from a color printer 116 to the data of  $L^* a^* b^*$  color space of a color processing input to check checking the precision of color processing It means investigating what has happened to the data of a color space. Therefore, change the data of an  $L^* a^* b^*$  color space of arbitration to check on the three-dimension table 111, and it asks for the data of a

Y'M'C'K' color space. The value is changed into the data of a YMCK color space using the 1-dimensional tables 112-115.  $L^* a^* b^*$  outputted from a color printer 116 by making the data of a YMCK color space into a forecast-ed. What is necessary is to predict the data of a color space and just to search for the color difference with the inputted data of  $L^* a^* b^*$  color space.

[0128] Next, the case where a forecast-ed is 1-dimensional data is again explained as an example which applied the gestalt of operation of the 3rd of this invention using drawing 7 and drawing 8. As mentioned above, drawing 7 shows the color processing in the case of a color scanner input unit, and explained previously the example which decides the coefficients of the matrix masking section 105 to be the 1-dimensional tables 102-104. Here, these coefficients are already decided once, color transfer characteristics change with the light source of a color scanner input unit, time fluctuation of CCD, etc., and it explains supposing the case where only the coefficient of the 1-dimensional tables 102-104 is decided on again again in simple.

[0129] Drawing 8 shows the color processing coefficient decision method when not using a data precision function, and also explains a procedure here according to the procedure of drawing 8 supposing the case where a data precision function is not used. The gray-scale patch which has measured lightness beforehand is made to read at the I/O live-data pair preparation production process of S81 first, the signal in the RGB color space of an output is measured, and it is lightness  $L^*$  as live data of an input signal. A live-data pair with the data in the RGB color space as live data of an output signal is prepared. Although it is dependent on the precision of the prediction for which it asks, 10 to about several ten are usually suitable for the gap of gray scale, and when it also determines the coefficient of the matrix masking section 105, it can reduce the number sharply. Since the noise by causes, such as heterogeneity within the field of a color scanner and time instability, has ridden on the output signal at the time of reading, the device from which these noises are easy to be removed by the smoothing feature which the color property prediction method has, the device also in consideration of the heterogeneity of the gray-scale patch [ itself ], etc. are the same as that of an above-mentioned example.

[0130] Next, at the weighting function configuration / parameter setup production process of S82, the function configuration and parameter of weighting at the time of color transfer-characteristics prediction are set up. In this case, what is necessary is just to set up the weighting function equivalent to (8) types like (40) types, since an input is lightness. Here, the input signal of a forecast-ed and ( $L_i$ ) are the constants ( $L_j$ ) decides the live data of an input signal, and the constant of standardization of ( $L_0$ ) of input signal space, and  $p$  decides function configurations to be.

[Equation 11]

$$W_{1ij} = 1 / (((((L_i - L_j) / L_0)^2)^p + 1) \quad (40)$$

[0131] It is as having mentioned above that it is what the parameter of weighting means ( $L_0$ ) and two kinds of constants of  $p$ , and adjusts the degree of a smoothing feature. In this case, since it assumes having determined the coefficient of the 1-dimensional tables 102-104 and the matrix masking section 105 once, the parameter of these weighting refers to the parameter then used, and should just determine it.

[0132] Next, at the forecast-ed criteria production process of S83, two or more forecasts-ed for deciding the coefficient of the 1-dimensional tables 102-104 are set up. (In this case, gray scale, i.e., lightness  $L^*$ , What is changing equally from zero to 100 is set up with a forecast-ed.) It will be satisfactory, if width of face of the step is made about into 100/256 when using a 8-bit table.

[0133] Next, at the forecast calculation production process of S84, prediction is performed about two or more forecasts-ed set up at the front production process. The method will be entire identitas if the point that processings from S51 to S56 explained in drawing 4 differ from the number of dimension of an input is removed. Therefore, explanation is omitted here. The forecast in the RGB color space to the gray scale which is a forecast-ed is obtained at this forecast calculation production process.

[0134] Next, at the data election production process for color processing coefficient decision of S85, a

data pair required in order to decide the coefficient of color processing is elected from the data pair of two or more forecasts-ed and a forecast obtained even at the front production process. The criteria of election are whether the close forecast in a RGB color space is in the range treated with a color processor. That is, although the data of a RGB color space can be expressed with the unit of a reflection factor, the data with which the forecast in the RGB color space of a gray scale exceeds less than 0 and 100% may usually be contained. What is necessary is to cut those data and just to elect the data pair to which the close forecast in a RGB color space is in 0 to 100% of range, since those data is unnecessary as data for color processing coefficient decision.

[0135] Next, the coefficient of an actual 1-dimensional table is determined at the color processing coefficient decision production process of S86. The 1st purpose of the 1-dimensional tables 102-104 is data of the RGB color space usually proportional to a reflection factor at the following matrix masking section 105  $L^* a^* b^*$ . When changing into the data of a color space, it is changing into the data of the R'G'B' color space which makes an unit another unit which is not a reflection factor, for example, concentration, lightness, etc., so that conversion precision may become good. Moreover, when gray is inputted into a scanner, the 2nd purpose is changing so that the data of a R'G'B' color space may become the same value, in order to amend the difference in the sensitivity of the RGB sensor of a scanner. Here, the case where it changes into the unit of lightness is assumed. The coefficient of R, G, and the 1-dimensional tables 102-104 corresponding to B of each is the value of the forecast of R, or G or B to an axis of ordinate in a horizontal axis Lightness  $L^*$ . A value is taken, the data pair of a gray scale is plotted, the transform function from a RGB color space to a R'G'B' color space can be defined by approximating with the polygonal line between plots, and it can be determined by quantizing this transform function.

[0136] At the last, the precision of color processing is checked at the color processing coefficient check production process of S87. Lightness  $L^*$  of the scanner input of the gray scale which is color processing to check checking It receives and is  $L^* a^* b^*$  after color processing. It means investigating what has happened to the output data of a color space. Therefore, gray scale  $L^*$  of arbitration to check It considers as a forecast-ed, the output data of the RGB color space of a scanner are predicted, it is changed into the data of a R'G'B' color space using the 1-dimensional tables 102-104, the matrix masking section 105 is used further, and it is  $L^* a^* b^*$ . It changes into the data of a color space and is lightness  $L^*$ . What is necessary is just to search for a difference.

[0137] As mentioned above, if the color transfer-characteristics prediction method of this invention is used and 1-dimensional data processing is performed also when deciding on only the coefficient of a 1-dimensional table again again, realizing using few live-data pairs is possible.

[0138] Although this example explained the case where a data precision function was not used, of course, a processing process as shown in drawing 10 can also perform redeciding the coefficient of a 1-dimensional table using a data precision function.

[0139] In addition, coefficient  $W_{lij}$  of weighting which made the input signal the forecast-ed and was shown by (40) formulas by making an output signal into a forecast here Although used prediction processing was performed An output signal is made into a forecast-ed and an input signal is made into a forecast-ed. A part of output signal and input signal Conversely, a forecast-ed, If the above-mentioned successive approximation method is used when performing prediction processing by making a part of remaining input signals into a forecast (for example, a case like the color printer shown in drawing 9), it will be  $W_{lij}$  as a coefficient of weighting. It can use and prediction processing can also be performed. Of course, in addition to it, a data precision function may be used.

[0140] Thus, in various cases, the color processing coefficient decision method of this invention can be applied, when determining the coefficient of the color processing about a color picture input unit or a color picture output unit, or when checking the precision of the coefficient of the color processing for which it opted.

[0141]

[Effect of the Invention] According to this invention, the live data of I/O of a color picture I/O device can be processed statistically, and the input signal over prediction of the output signal over prediction of

color transfer characteristics, i.e., the input signal of arbitration, and the output signal of arbitration can be predicted, or a part of remaining input signals can be predicted from a part of the output signal and input signal of arbitration so that clearly from the above explanation. By this, color transfer characteristics can be predicted without being dependent on the class of color picture I/O device, and the time and effort which investigates and models the physical property of equipment can be saved, and it can predict easily only by deciding the parameter of weighting to any color picture I/O devices. Moreover, even if the noise is contained in the live-data pair of the I/O to be used, by determining the parameter of weighting with the degree of the noise, high predictability can be obtained and the coefficient of color processing of a color picture I/O device can be decided correctly. Furthermore, since the prediction method is easy, it can predict at a high speed and there are various effects -- the coefficient of color processing of a color picture I/O device can be determined quickly.

---

[Translation done.]